

## 第9章 エネルギー基本政策のロードマップ

前章ではエネルギー政策の基本目標として5項目を設定したが、これらの目標を実現するための施策は以下の3つのカテゴリーに分類されよう。

- ①総合エネルギー政策実施のための施策
- ②エネルギーの効率的利用と省エネルギーを推進するための施策
- ③エネルギー市場の近代化とエネルギー産業政策

本章では、それぞれのカテゴリーごとに推進すべき重要な施策をとりあげ、その実施スケジュール案をロードマップの形で提案し、関係各位の検討に供したい。

### 9.1 総合エネルギー政策

総合エネルギー政策の構築については、政策立案・実行体制の構築、エネルギー政策の基本となるエネルギーマスタープランの策定とエネルギーに関するさまざまな施策の実施のための資金調達方法の確立が重要な課題である。これらの課題への取組みのロードマップを図9.1-1に示す。また、それぞれの段階で検討すべき事項は以下のように整理できよう。

#### 9.1.1 総合エネルギー政策の立案・実行体制の整備

エネルギーは経済のあらゆる分野で必要とされる基本物資であり、エネルギー需給の安定は社会経済の発展にとって欠くことの出来ない重要な要素である。このため、ベトナムでは以下のような対策を進め、一貫性のある総合エネルギー政策を進める体制を構築することが必要と考えられる。

- ①エネルギー政策の立案を担当する体制を確立する
- ②エネルギー長期見通しを作成し、その検討をもとにエネルギー基本政策を策定する
- ③エネルギー政策を実行に移すために必要な法制や実施体制を整備する

##### (1) エネルギー政策担当体制の確立

エネルギーの生産、輸送、消費の各分野において政府が所管、指導すべき事項については多くの省庁が関与しているが、それらの施策を一貫性のある総合エネルギー政策のもとで実行するためには、総合エネルギー政策を担当する責任官庁もしくは国家エネルギー委員会のような指導グループを明確に設定することが必要である。そのような責任部門は、他の省庁、セクターおよび地方政府の首脳や専門家との関係において強力な権限を持ち、また強力な連絡チャンネルを持つことが必要である。

そのような体制の整備に当たっては、政策やルールを設定する立場の政府の役割と、その下で活動する事業体（国営企業や民間企業、個人など）の役割を明確に区分し、その上で責任官庁の担当分野と権限を明確にすること、他の関係省庁との連携体制を確立することが重要である。政策や計画は効果的で実行可能なものでなければならない。そこで、国家エネルギー計画に対するさまざまな意見を求め、また関係者間の連携を強化するため、政府機関、国営企業、民間企業や研究所など多層のステークホルダーで構成される調整会議を設定することも効果的であろう。

一方、行政の肥大化を避けるため、学識経験者などによる諮問委員会などで広く意見を

収集することや研究所などの専門機関による情報の整理、分析や計画案の作成なども活用すべきであろう。

以下では国内を対象とするエネルギー対策を中心に議論を進めるが、今日、エネルギー問題に取り組むにあたっては国際関係が極めて重要な要素となっていることにも十分配慮する必要がある。エネルギー政策の立案、推進にあたっては国際動向をつぶさに分析し、国際的連携やコミットメントを十分に踏まえた整合性のある政策を採用、実施することが要求される。また、海外からの技術や資金の導入、諸外国との共同研究や共同事業の実施などを円滑に進める上でも、国際関係を適切に処理する機能を政府部門が備えておくことが必要である。

## (2) エネルギーマスタープラン

エネルギー問題に関する政府の役割は、社会のエネルギー消費を適切な方向に誘導するとともに、エネルギーの安定供給と安全保障を確保することである。このような総合エネルギー政策の基本となる長期計画としてエネルギーマスタープランを確立しておくことが望まれる。そして、その大前提となる社会経済発展のグランドデザインは政府をあげて取り組むべき課題であるが、その中でもエネルギー・環境問題は重要な項目であり、関係部門の有機的な連携のもとにこれらの計画が策定されることが重要である。

エネルギーマスタープランの構築については、エネルギー関係データの整備、エネルギーに重点をおいた社会経済発展のグランドデザインの検討、各省庁の関連計画の充実と整合性や実行可能性のチェックなどを進めることが必要である。このため、国家エネルギーマスタープランの編成体制および試案については広く多層のステークホルダーから意見を求め、参考とすることが望ましい。また、エネルギーを巡る世界の情勢変化などを織り込むため、マスタープランは定期的に見直し、エネルギー政策を修正していく必要がある。ただし、余り頻繁に見直しを行うと、見直し作業に追われる一方で本質的な議論がなおざりになる危険がある。中間評価と見直しを5年程度のサイクルで行うのが適当であろう。

## (3) エネルギー法制と実施体制の整備

エネルギーマスタープランを基本として策定される各種のエネルギー政策を実行に移すため、関連する法律や制度の整備を進めていくことが必要である。これらは概ね次のような分野に分類できよう。

- ①エネルギー産業政策
- ②省エネルギー推進政策
- ③環境、交通、科学技術など関連分野での政策
- ④エネルギー政策推進のための資金調達に関する政策
- ⑤エネルギー分野での統計整備に関する法律、制度

### 9.1.2 エネルギー政策実行のための資金調達

エネルギー需給安定化対策では、政府の施策としてエネルギーインフラを建設したり、民間の活動に補助金を支給したりするためには、資金的な裏付けがなくてはならない。民間活力の活用も重要であるが、民間資金は往々にして気まぐれで資金量にも限界があり、必ずしも社会のニーズに沿って動くわけではない。そのような政府活動を支える資金の源泉としては以下のようなものがあげられる。

①Sub-commercial な分野における ODA／PPP などの資金

②CDM などの国際的スキームに基づく資金

③国債発行などによる一般財源としての資金調達

④石油製品などエネルギーへの課税

上記のうちでも海外から得られる援助資金には色々な制約条件が付されることが多い。これらの資金は供給制約と目的に応じて適切に利用すべきであるが、エネルギーインフラの建設などには巨額の資金が必要で、制約条件のあるこれらの資金のみで所要額を賄うことは難しい。現在このような資金は国債発行で賄われているが、先進各国で行われているようなエネルギー課税による資金調達も、社会の担税能力を考慮しつつ、検討していくべきであろう。

具体策の策定にあたっては、どのような分野にどの程度の公的資金を投入していくか、それらの資金をどのようなソースから調達するかについて、総合的な検討を行うことが必要である。

#### (1) 事業計画と所用資金の想定

資金計画策定の前提条件として、まず、エネルギーと環境とが関係するさまざまな分野において、政府の役割としてどのような活動を実施していくかの計画をまとめ、それに必要な資金の目安を立てることが必要である。政府部門が担当あるいは支援すべきエネルギーに関する諸施策、エネルギーや環境、交通などに関するインフラ整備の対象としては次のような事項があげられよう。

①エネルギー開発の推進

②送電網、パイプライン、輸入・配送基地などエネルギーインフラの建設・整備

③石油戦略備蓄などのエネルギー安全保障政策

④省エネルギーおよび環境改善の推進

⑤再生可能エネルギーの研究・開発

⑥道路、港湾、鉄道などの整備

また、これらの事業に対しては、それぞれの事業の性格や資金規模などに応じて、次のような形で資金を支出することになる。

①政府（中央、地方）事業としての事業資金負担

②研究開発費などの助成

③開発（建設）資金の低利融資や金利補填、借入保証や補助金など

④第3セクターなどへの出資と保証

上記のような事業計画について、それぞれの重要度やプライオリティを検討し、所用資金計画を策定する。資金計画では、それぞれの用途について ODA や CDM、制度金融など海外からの資金供与を期待できる分野と自己調達が中心となる分野を仕分けし、安定した調達が可能な規模の資金計画としなければならない。また、これらの事業計画を実施に移したのちは、定期的な監査、評価、検討を実施し、適宜計画の見直しを行うことが必要である。

#### (2) 資金調達方式の検討

資金調達については、ODA や CDM、制度金融など海外からの資金供与を期待できる分野と自己調達とに分けて、整合性のある具体的な調達計画を策定することが必要である。

自己調達分については、最終的には国民に負担を求めざるを得ない。担税能力や徴税面などでの利点から、世界的にはガソリンや軽油など石油製品への課税が広く行われている。どのような形でどのような規模の課税を行うかを決定するにあたっては、諸外国の例などを参考とし、また、経済の各分野への影響や社会的弱者への配慮等を慎重に検討する必要がある。

なお、実際の課税にあたっては、対象商品の保管や計量などの設備の拡充、要員の研修などが必要であるため、十分なリードタイムを見ておくことが必要である。

	Phase-1						Phase-2						
	→	→	2010	→	→	→ 15	→	→	→	2020	→	→	→ 25
<b>1. 総合エネルギー政策の立案・実行体制の整備</b>													
1) エネルギー政策担当体制の確立	→	→	○										
* 責任省庁と担当体制	→												
* 省庁連絡会議、諮問委員会	→				中間評価	見直し		中間評価	見直し		中間評価	見直し	
2) エネルギーマスタープラン	→	→	◎		●	◎		●	◎		●	◎	
* エネルギー・データベースの構築	→												
* ドラフト作成体制の確立	→												
* 各省の関連計画の検討と集約	→												
* エネルギー基本政策の策定	→					見直し			見直し			見直し	
3) エネルギー法制の整備	→	→	◎	→	→	◎	→	→	◎	→	→	◎	
* エネルギー産業政策	→												
* 省エネルギー推進政策	→												
* 環境・交通等関連分野	→												
<b>2. エネルギー政策実行のための資金調達</b>													
1) 事業計画・規模・所用資金の想定	→	→	◎										
* エネルギー環境分野における政府の役割	→												
* 各省庁における事業計画検討と集約	→	→											
* 資金ソースの仕分けと調達計画	→												
2) 課税方式の検討													
* 各国における課税方式の調査	→	→	○										
* 課税方式の評価と選択	→												
* 必要な制度、設備の検討	→	→			第1段階								
3) 第1段階の実施				→	→	◎							
* 必要な法制の整備							中間評価					中間評価	
4) 評価と見直し							→	→	◎			→	◎
* 経済的影響の評価													
* エネルギー・環境政策上のRequirementの見直し													
* 制度の評価と見直し										第2段階			
5) 第2段階への移行							→	→	◎				

図 9.1-1 ロードマップ-1:総合エネルギー政策の構築

## 9.2 エネルギーの効率的利用と省エネルギーの推進

2006年4月に首相決定された国家エネルギー効率化計画(1Decision No.79/2006/QD-TTg)では、BAU ケース対比で 2006-2010 年では 3-5%、2011-2015 年では 5-8%の省エネルギー

を実現することを国家目標としている。しかしながら、本マスタープランでは、BAU ケースと比較して 2015 年では 10%、2025 年では 25%以上の省エネルギー達成を目標とする。2025 年の目標は一次エネルギー供給量を石油換算 1 億 6,100 万トンから 1 億 1,700 万トンに引き下げようという意欲的なものである。現在のベトナムの石油生産量が 1700 万トン程度であることと比較すれば、この目標の達成は巨大油田の発見にも匹敵する事業である。省エネルギーは地道な努力の積み上げが次第に累積的効果を発揮するという特徴を持っており、日頃からのたゆまぬ努力が要求される分野である。以下、その実現のためのロードマップを示す。

### 9.2.1 省エネルギーの達成目標

既存の国家エネルギー効率化計画では、生産や輸送などの過程におけるエネルギーの効率的利用と老朽設備の更新を重点として、下記のようにエネルギー弾性値を引き下げることが目標として掲げられている。今回想定したリファレンスケースはほぼこれに対応している。

また、2005 年に商工省が策定した国家戦略プログラムにおいては、国家レベルの省エネルギー目標として、BAU (Business As Usual) ケースでは 2006 年から 2010 年で毎年 3%~5%減、2011 年から 2015 年では 5%~8%減とすることが提示されている。

表 9.1-1 エネルギー需要の GDP 弾性値

	従来目標	Reference Case
2000→2005	1.46	1.46
2005→2010	1.00	0.95
2010→2020	0.90	0.90
2020以降	0.80	0.87

セクター別目標では、工業セクターの省エネルギー目標値として 2006~2010 年の 5 年間で 5%、2011~2015 年では 8%の削減率が示されている。また、民生分野の建築での省エネルギー目標として 2006 年以降新設する建築物に対しては 20%の省エネルギーを義務づけることとされている。主要セクターにおける対策の要点は以下のとおりである。

#### 1) 工業セクター

指定エネルギー消費者(エネルギーの年間消費量 1,000ktoe 以上、500kW 以上の発電能力、もしくは年間 300 万 kWh 以上の電力消費者)の対象工場に対しては、

- ①最新の技術を導入し、マネジメントを改善し、機器類の更新と改善を行う
- ②高効率機器を導入し、低効率機器を更新または取り替える
- ③技術改良を進める、高効率機器に転換する
- ④低エネルギー消費型の機器・設備の製造技術を開発する
- ⑤省エネルギーに対する税の優遇策を導入する

#### 2) 運輸・通信セクター

運輸・通信の計画・政策の策定においては、

- ①鉄道、水路による輸送を促進する
- ②ハノイ市、ホーチミン市における地下鉄、高架鉄道の開発を検討する

- ③道路、水路、鉄道、石油用パイプラインの輸送ネットワークを開発する
- ④高効率輸送手段の利用を促進し、低効率輸送手段を廃棄する
- ⑤LPG利用のための輸送ネットワーク開発を目的とする投資に税制優遇を適用する

### 3) 商業、家庭セクター

指定建築物(多層階で 750kVA 以上の電力を受電する建築物、もしくは年間 1,000 万 MJ 以上または電力相当量の熱および電気を含むエネルギーを消費する建築物)の対象になる商業建築物(スーパーマーケット、ホテル、事務所)および集合住宅では、

- ①新築ビルの設計、建設においてエネルギーの効率的利用を計画する
- ②DSM を実施する

消費サイドでの省エネルギーに加え、供給サイドでの省エネルギーと効率化も重要である。特に、現在すでにかかなりの設備能力があり今後大幅な設備増強が必要とされる電力部門では、送配電ロスの削減、自家消費の削減、発電システムの効率向上など数多くの検討課題がある。ただし、供給サイドにおけるこれらの課題はエネルギー産業の合理化目標としてマスタープランとは別に議論するのが適切であろう。

## 9.2.2 省エネルギーの推進計画

政府の国家戦略プログラムでは省エネルギー推進計画として 6 項目が指摘されており、各項目の要点と推進目標は下記の通りである。

- ①経済的・効果的なエネルギー利用に関する政府監督の強化およびエネルギー利用の効率化と省エネルギーを効果的に推進するための組織・体制の構築
- ②教育、情報公開・普及、意識改善およびエネルギー有効利用と環境保護の強化
- ③省エネルギー型・高生産性型の施設の開発と低生産性施設の段階的廃除  
これにより全国のエネルギー消費量を 2006～2010 年では 3%～5%削減、2011～2015 年では 5%～8%削減する（ベースケースのシナリオにおいて、2006～2010 年には 500 万 TOE を削減し、2011～2015 年には 1,300 万 TOE を削減する）。
- ④産業セクターにおけるエネルギー効率の改善および省エネルギー活動の展開  
2006～2010 年で 5%のエネルギー消費削減（260 万 TOE 相当）、2011～2015 年で 8%のエネルギー消費削減（500 万 TOE 相当）を行う。
- ⑤建築物におけるエネルギー効率改善および省エネルギー活動の展開  
建築規則にエネルギー効率に関する規程を盛り込み、また規制強化を行う。これにより新規の建築物では 20%相当の省エネルギーによるエネルギー削減を達成する。また、2006 年以降に建設されるすべての建築物に建築規則を適用する。
- ⑥運輸部門におけるエネルギー効率の改善および省エネルギー活動の展開

## 9.2.3 省エネルギー計画の促進に関する提言

### (1) 重点方針に対する国際支援

ベトナムでは、エネルギー効率の改善と省エネルギーの推進にかかわる活動は既に 1990 年代から始まっていたが、法的整備並びに促進活動はこれから始まる段階である。

政府の重点方針の実施については、すでに商工省の「エネルギー効率・省エネルギー室」を中心に関係機関などで準備が進められている。2007 年度は約 100 万ドル相当の国家予算

を計上し、20のプロジェクトを立ち上げる予定である。しかし、実施体制の整備、要員の手当て、システムの構築など省エネルギー活動を全国的に展開するための基盤はまだ十分固まっている状況とは言えない。国民的レベルで省エネルギー活動を普及・展開するためには、政府の努力に加えて、海外の先進国および国際機関等からの技術的・経済的援助と協力が強く求められよう。

このような状況に鑑み、ベトナム政府が実施するプロジェクトに合わせて、日本その他の諸国や国際機関などから、次のような点について支援が提供されることが望まれる。

- ① 現実的な実施計画をともなう総合的な省エネルギー推進計画の策定
- ② エネルギー消費に関する部門別のデータベースの構築
- ③ 政府レベルの監督・審査能力の強化
- ④ 企業レベルでのエネルギー使用・管理計画の作成とエネルギー効率改善技術普及などに携わる人材の育成
- ⑤ 運営システムの構築、実施能力や組織・体制の強化などに対する財政的・技術的な支援

## (2) 事業体別の省エネルギー対策と政府目標との整合性

現状ではセクター別のエネルギー消費データは整備されておらず、事業体別の省エネルギー対策は把握できていない。現在、国家目標としては産業部門と運輸部門での省エネルギーを中心にエネルギー消費を2006-2010年では3-5%、2011-2015年までには5-8%節約するとの目標が設定されているが、本調査ではBAUケース対比で2015年までに10%、2025年までに25%の省エネを実現することをリファレンスケースで想定している。それでもなおリファレンスケースの最終エネルギー消費は2005年の石油換算22.6百万トンから2025年には90.7百万トンへと年率7.2%で増加する。

2005年におけるエネルギー消費の部門別構成比は製造業46.7%、運輸通信29.6%、民生14.8%、商業およびサービス5.9%、農林水産業2.5%であった。この構成比は2025年にはそれぞれ56.1%、22.9%、16.0%、4.3%、1.3%へと変化すると予測される。産業部門はさらにシェアを伸ばす見通しである。加えて、2005年には石油換算3.9百万トン、最終エネルギーに締めるシェアが17.4%であった電力需要は2025年には25.2百万トンへと年率9.8%で増加する。その結果、発電用エネルギーの総量は2005年の石油換算9.5百万トンから2025年には50.7百万トンへと増大し、一次エネルギー消費に占めるシェアも33.7%から43.3%に上昇する。

このような観察から、産業部門と電力部門がベトナムの省エネルギー政策の重要な目標となろう。現在ある国家目標の算出方法を本調査のケーススタディと対比できないのが残念であるが、主要セクターを網羅し、実行可能で一貫性のある実施計画を伴った総合的省エネルギー計画を策定することがきわめて重要である。

## (3) 省エネルギー計画の促進に関する提言

省エネルギー活動は官民共同で努力することにより成果をあげることができる。企業や工場、家庭など各セクターでの理解と日常的な努力が必要である。全国的省エネルギー活動を展開し、政府の計画目標を達成するためには、以下のような省エネルギー活動を展開すること、また、継続的な維持管理を行うことが不可欠である。

- ① 情報・データベースの構築

国家戦略プログラムでは、省エネルギー関連情報データベースシステムの構築は 2007 年からスタートさせる予定となっている。現状では、データの収集方法および収集の種類と内容に関するノウハウが不十分で、産業別エネルギー消費に関する統計資料が少なく、エネルギー効率の改善やコスト削減対策、省エネルギー関連技術や実施例などに関する情報も不足している。実際には、エネルギー消費実態とその動向を調査し、省エネルギー対策が実施されたケースとの比較検討を行うことによってはじめて省エネルギー効果が評価できるわけで、このような「省エネ・データベース」の構築が急がれる。

#### ② 全国規模での省エネ実施体制整備と要員の育成

商工省の「エネルギー効率と省エネルギー室」は省エネルギーの促進および実施に関する組織・体制構築のロードマップで、「2008 年までに全国 8ヶ所の県と市に省エネルギーセンターを政府機関として設立し、運営管理のネットワークを構築し、北部、中部、南部の 3 地域に電化製品の試験ネットワークを立ち上げる」計画を明らかにしている。

しかし、既に活動しているホーチミン市やダナン市など主要都市の省エネルギーセンターでは省エネルギー活動の役割や業務の重要性に対する認識が高いにも関わらず、業務の管理・運営に必要な要員が不足している。このため計画の実施が遅れ、省エネルギー活動の展開にも障害が生じていることが地方からも指摘されている。

このような実情に鑑み、まず要員を確保し、省エネルギープログラムの管理運営や省エネルギー機器の使用に関する技術教育・訓練などに携わる人材の育成を優先的に実施すべきである。教育・訓練を受けた要員には、省エネルギーセンターで計画立案、事業開発調査、運営管理、プロジェクト実施等の業務を担当させ、このようなセンターを核としてさらなる省エネルギーの展開を図ることが望まれる。

#### ③ 省エネルギーモデル事業の選定と実施・評価

セクター別にエネルギー消費の現状把握と省エネルギー対策実施結果の比較・評価を行うため、国家省エネルギープログラムで計画されているように商業、家庭、製造業などの部門ごとに省エネルギーモデル事業を実施し、住宅における省エネ推進のモデルを示し、企業におけるエネルギー管理システムを確立する。

現在アセアン地域全体で家庭電気製品やエネルギー利用設備を対象とする認証ラベルプログラムの創設が進められているが、上記のような省エネルギーモデル事業を実施し、その分析・評価を通じて機器や設備のエネルギー効率標準作成のためのデータを整備し、エネルギー管理や省エネルギー推進のためのモデルプラン構築に役立てることが望まれる。

#### ④ 社会的関心・国民意識の向上

ベトナムでは「省エネルギーとエネルギーの効率的利用」に関する教育や情報公開、普及活動は未だ最終消費者に十分浸透しておらず、全般的に省エネルギー意識や省エネルギーへの関心度は低い。

国家戦略プログラムでは、省エネルギーおよびエネルギーの効率的利用を学校教育に組み込む計画がある。それと平行して、たとえば産業別に、エネルギー消費者に対する講習や省エネルギー技術情報の提供・公開を推進し、普及活動を展開することが望ましい。同時に、電力会社、ガス・石油会社などのエネルギー関係企業や家庭電気製品・設備等の製造業者に対し、店頭や営業所などでエネルギーの効率的利用と省エネルギーに関する情報



を消費者に提供するなどの広報活動の展開を求めることは、省エネルギー意識向上の上で効果が大きいと考えられる。

	Phase-1					Phase-2							
	→	→	2010	→	→	→	→	→	2020	→	→	→	25
1. エネルギーデータベースの構築													
1) エネルギーデータベース担当体制の確立 * 責任省庁と担当体制			◎			◎							◎
2) エネルギー消費構造の把握 * 部門別のエネルギー消費実態調査 * エネルギー消費実績の分析と集約			◎		●			●			●		
3) エネルギー消費原単位の管理・整備 * 部門別の消費原単位の集約 * 省エネルギー技術情報収集 * 省エネルギー対策の評価・目標設定			◎			◎			◎				◎
2. エネルギーの効率的利用と省エネルギー													
1) 法体制の整備 * 省エネルギー法の公表 * 実施機関の設立 * 実施事業計画の立案			◎					●					
2) 制度・プログラムの整備 * 各国における省エネルギー関連制度の調査 * 諸制度の評価と検討 * 必要な制度、推進プログラムの設定			◎					●					
3) 第1段階の実施 * 必要な法制の施行			◎										
4) 評価と見直し * 経済的影響の評価 * エネルギー・環境政策上のRequirementの見直し * 制度の評価と見直し						●						●	
5) 第2段階への移行													

図 9.2-1 ロードマップ-2: 省エネルギーの推進

### 9.3 エネルギー部門の近代化とエネルギー産業政策

ベトナムが輸入依存型エネルギー構造に変革していくなかでエネルギー需給の安定、充実とエネルギー利用の効率化を目指すには、国家管理型の産業政策から市場機能を重視した産業政策への転換、エネルギー市場の創設と近代化を図る。そのため、社会発展のグランドデザインを示すという国家のリーダーでありかつ規制当局である政府の役割と市場において活発に活動すべき民間セクターの役割とを認識した上で、今後は以下のような事項を中心に対応を進める。

- ① エネルギー分野における政府の役割と担当すべき事業
- ② エネルギー部門改革と近代化
- ③ エネルギー市場の合理化・効率化を推進する価格政策

#### 9.3.1 エネルギー分野における政府の役割と担当すべき事業

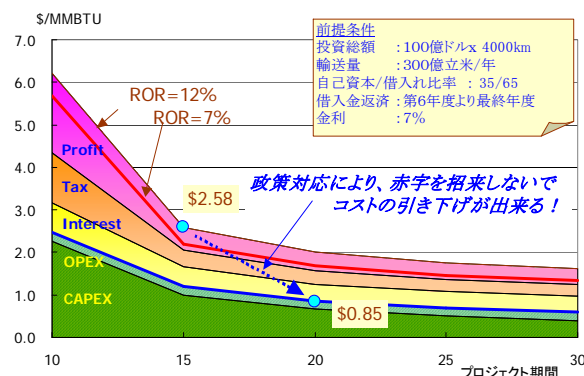
前章で検討したように、エネルギー需給の安定と利用の効率化を目指す諸施策、すなわち、国内資源の開発、供給インフラの整備、輸入増加への対応、技術研究・開発や省エネルギー推進などを進めるにあたっては、政府の役割と民間の役割を明確に定義し、区分することがまず最優先の課題である。その上で官民が一体となってエネルギー需給の安定と利用の効率化を進めることが望ましい。そのために政府部門が果たすべき役割として、以下のような点が挙げられる。

- ① 社会経済の発展に関するグランドデザインの策定や各分野における目標の設定
- ② 目標実現のための戦略・政策の策定
- ③ 資金・技術の導入、研究開発などを進めるための支援や環境整備
- ④ 社会的要請は高いが商業性の低い事業の実施や支援<sup>43</sup>

上記については9.1項でも検討したが、エネルギー供給分野で政府部門が担当すべき巨大プロジェクトや実現までに多くの時間と巨額の資金や高度の技術を必要とするプロジェクトについては、あらかじめ政府の取組方針、実現までの手順と政府の役割を総合的に整理しておくべきである。これらの事業の候補としては次のようなものがあげられよう。

- ① エネルギーインフラの整備
  - 国内炭・輸入炭の配送合理化を目的とする港湾、石炭センター、鉄道、水路などの整備
  - 石油製品の配送合理化を目的とする港湾、油槽所、鉄道、水路などの整備
  - 天然ガスの幹線パイプラインおよびLNG輸入基地の建設
  - 送電幹線の拡充
- ② エネルギー安全保障の強化
  - 国内エネルギー資源の効果的開発
  - 戦略石油備蓄基地の建設
  - 石油・石炭などの輸入基地の拡充(⇒緊急時における周辺国との融通を想定)
  - 国際協力や天然ガスパイプラインや電力連系などの国際エネルギー交流の強化
- ③ 環境との調和
  - 水力・火力電源の開発
  - 原子力発電の推進
  - 再生可能エネルギー開発・利用の推進

<sup>43</sup> たとえば、下記の図は資本集約型プロジェクトの典型である長距離天然ガスパイプラインの採算例であるが、長期低利融資の提供など、エネルギーインフラの建設において政府部門の施策が効果を上げる余地は多いにある。



これらの事業について政府としての基本取組方針を 2010 年頃までに取りまとめ、順次実施に移すことが望まれる。その際には、民間活力を効果的に導入し、政府の役割を最小にとどめることが望ましい。

### 9.3.2 エネルギー部門改革と近代化

ベトナムのエネルギー需要は今後大幅に増加する見込みであり、経済の持続的発展を保障するためには、大量のエネルギーの安定供給と効率的な利用を実現することが不可欠である。そのためには、世界の潮流を踏まえたエネルギー部門の改革と近代化を実現することが望まれる。現在ベトナムではエネルギー分野の主要産業で国有企業の株式会社化が進められているが、まだ最低 51%の株式保有が国側に残されており、今後どの程度まで株式会社化、民営化を進めるのかが注目されている。<sup>44</sup> エネルギー部門がまだ発展途上にあるベトナムでは、国際市場の荒波に耐え、市場の安定を保證する能力を持つエネルギー企業の存在は重要である。その一方で、VINAVCOMINやPetroVietnam、EVN等の公的企業体に拮抗し、また、補完関係を構築しうる民間企業をどのように育成するか、外資の参加をどのように進めるかなども検討すべき課題である。

この問題を検討する上では、前述のように社会的ニーズに対する政府の役割と民間の役割を明確に仕分けしておくことが重要である。また、効率化を推進する上では、市場原理を最大限活用することが好ましい。たとえば、電力事業における政府の重要な役割の一つは、電力需要の急増に対応する十分な電力インフラ開発促進を担保する開発体制の確立、開発状況の監視と定期的なレビュー、そして民間では開発が難しいプロジェクトの選別と ODA や EVN の自己資金の投入などであろう。自由化という視点では既に 2006 年の首相決定により電力取引市場の創設と、3 段階に分けた自由化範囲の拡大が謳われている。その自由化の過程で EVN は分割、株式会社化していくこととなる。しかし、急激な自由化と組織改革は安定的かつ信頼性の高い電力の供給を妨げる恐れがあり、その実施にあたっては、たとえば次のような電力事業の特徴に対する慎重な配慮が必要である。

- ① 電力産業では規模の経済が極めて強く働く
- ② 一方、ベース、ミドル、ピークなどの質の異なる需要に総合的、全国的に対応する能力が要求される。
- ③ 社会目標としてのユニバーサル・サービスの担保体制が必要である。

電力事業の発展は、天然ガス市場の創設、再生可能エネルギーの利用促進、安全保障面からみた輸入エネルギーの選択などのエネルギー政策や地域の経済開発政策などに大きなインパクトを持つ。国家の立場からは、特定プロジェクトの事業的成功や電力分野のメリット極大化よりももっと広い視野で電力産業の発展を考えなければならない。

一般に国営企業や公的企業体が事業主体として存続する場合の課題は、第一に国家による効率や公正を無視した事業指導が行われる可能性があること、第二に規制する側の官と規制される側の民の利害対立が一事業体のなかに内包され、透明で合理的な解決が実現しづらいこと、第三に既存の事業規模や情報を盾に巨大独占体として市場に君臨しがちであること、などにより、市場の合理化と効率化が妨げられることである。また、世界のエネ

<sup>44</sup> 公社グループが、傘下にある様々な子会社の国家所有株式のシェアをどの程度にすべきかという課題も残されている。

ルギー需給がタイト化に向かうなかエネルギー産業の体質強化は喫緊の課題であり、市場の自由化を進め、世界の資金と最先端技術を効果的に取り込んでいくことが必要である。

このような課題があるとはいえ、国営エネルギー企業はベトナムにおけるエネルギーの安定供給とエネルギー部門の発展において重要な役割を果たしてきており、その改革は次のような点に十分配慮して進めることが望ましい。

- ① 企業体力の分散が既存のエネルギー供給システムの安定的運用や発展に支障をきたすことのない程度の速度を念頭におくべきである。
- ② エネルギー部門では規模の経済が強く働くので、エネルギー市場がある程度の規模に達するまでは、その育成において適切な政策誘導が望まれる。

最終的には民間企業の自由な活動を約束する市場の形成が目標となるが、それは市場が急速に拡大しているベトナムではさほど難しいことではあるまい。その際、前項で述べた政府所管・関連事業と一般事業とは透明で公正なルールによって事業分野、事業形態などを峻別すべきである。このような株式会社化から民営化に至るエネルギー部門改革と市場近代化の推進については、まず当面の目標と手順を設定して第1段階に着手し、さらに定期的に状況把握を行って、政策目標と実施スケジュールの見直しを行うことが望ましい。

### 9.3.3 エネルギー市場の合理化・効率化を推進する価格政策

国家による直接的指導を離れてエネルギー需給を市場に委ねるとしても、社会的要請を規範とするガイドラインのもとで、効率化と公正な競争を担保する明確なルールを設定することが必要である。今後エネルギーの輸入依存度が高まるにつれ、国際エネルギー市場の影響が高まるのは避けられない。ベトナム経済がこれに対する抵抗力を強化するためには、エネルギー価格の国際化を早期に進めることと市場の競争的体質を強化することが望まれる。エネルギー市場の健全性は自由な価格形成によって達成される。したがって、これを妨げるような関税、製品規格、輸送インフラの利用権などの面でのバリアーは極力排除することが望ましい。

一方、製品規格や環境規制などに関するルールも厳格に適用すべきである。現在のベトナムではモーターバイクなどの分野で商標権を無視した模造品が溢れ、極めて燃費効率の劣るものが横行している。また、世界標準からかなり劣る石油製品が販売され、大気汚染に拍車をかけている。市場参加者全員が品質、効率、環境などに関するこれらのルールを守るのでなければ、悪貨が良貨を駆逐し、結局は社会的目標が達成できない。これらのルールを徹底するには供給ルートから抑えるのが常套手段であり、エネルギー供給会社に対する厳格な指導の徹底を図るべきである。

現在ベトナムの石炭価格とガス価格は、国産で供給が賄われていることも手伝って、国際市場の水準から見るとかなり低い水準に設定されている。ただし、石油製品は全量輸入に頼っているので、国際市場価格が基準となっている。このような歪んだ価格体系は市場やエネルギー構造にもゆがみをもたらすであろう。早晚エネルギーの輸入国に転じる可能性が高いベトナムとしては、これらの点も考慮してエネルギー価格の国際市場化を進めることが肝要である。

ベトナムの電力料金体系は国民の最低生活水準保証を目指す社会政策的色彩を色濃く残しているが、国民の所得水準の上昇とともに電力需要も質量ともに変化してきている。

今後は経済原則を反映する価格体系に移行することが合理的な電力消費と持続的発展を実現するうえで必要である。電力価格政策については、まずインフラ設備の開発コストに見合った料金体系を確立したうえで、自由化の進展とともに価格にも競争原理を導入していくことが肝要であろう。

そのような視点から、本マスタープランでは2015年頃を目処にエネルギー価格の国際

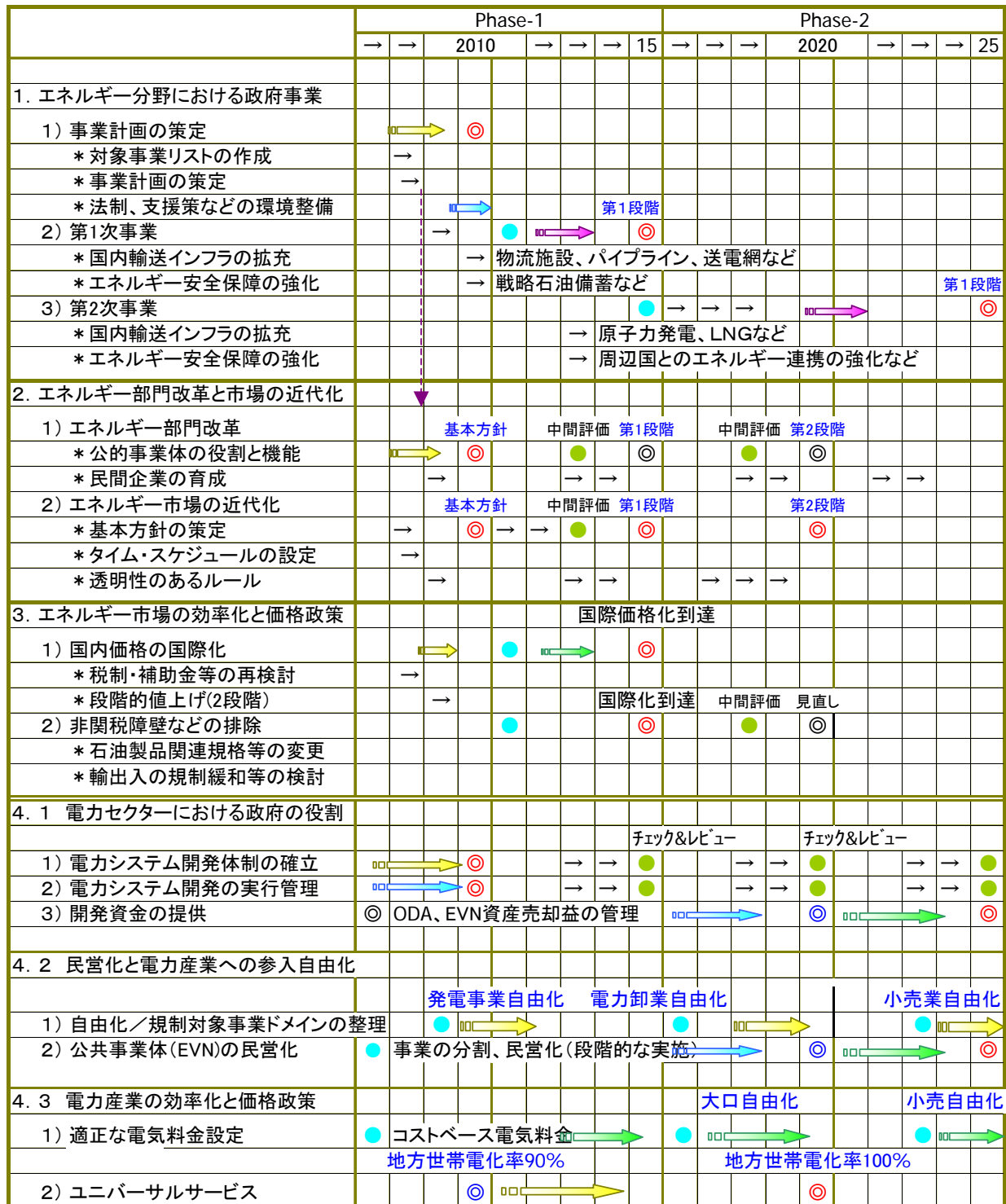


図 9.3-1 ロードマップ-3:エネルギー市場の近代化とエネルギー産業政策

市場化を達成することを目標とした。今後はこの目標に向けて税制の見直し、補助金制度の見直しとその影響を検討し、価格調整プログラムの準備を進めることになる。

上記のような検討を織り込んで、図 9.3-1 にエネルギー市場の近代化とエネルギー産業政策に関するロードマップをとりまとめた。

## 9.4 エネルギー分野における主要投資

本節では、石炭、石油、電力、再生可能エネルギーなどのエネルギー施設について、およその投資金額と投資時期を検討した。将来のエネルギー需要増加に対応する必要な設備投資金額はリファレンスケースに基づいて想定した。なお、大規模施設を必要としない省エネルギーセンターの創設やエネルギー統計整備のための所用資金は検討対象から外している。また、エネルギー資源開発に必要な投資金額については、埋蔵量や生産計画が把握できている石炭セクターについては検討を行ったが、石油・ガスセクターについては、新たな石油・ガス田発見のための探鉱費用、新規石油・ガス田の位置や規模など不透明な要素が多いことから、検討対象から外した。

### 9.4.1 エネルギー資源開発(石炭)

#### (1) 炭鉱生産能力拡張

炭鉱生産能力の拡張はベトナム北部の無煙炭生産地である Quang Ninh 炭田のみを対象とし、紅河デルタ炭田は対象に含まない。炭鉱の生産能力拡張の規模は、現在の原炭生産能力 4,500 万トン/年から 8,000 万トン/年へ 3,500 万トン増加することとし、そのうち既存炭鉱の拡張が 1/3、新規炭鉱開発が 2/3 を占める。炭鉱の拡張・建設は 2007 年度着工で 2025 年度まで継続的に実施し、投資額は総額 46 億 US\$を見込み、この費用には既存炭鉱拡張、新規炭鉱建設、資源探査、土地修復、採炭・掘進・電機設備、輸送インフラ、電力供給、水供給などに係る費用を含む。

#### (2) 選炭設備

産出された原炭をそのまま消費することは、岩石などの未燃物や硫黄を始めとする環境汚染物質を大気へ排出するため、利用上多くの問題を抱えている。そこで選炭を実施してこれらの物質を可能な限り除去すれば、熱効率の向上や排出物の低減など多くの面でメリットがある。選炭設備は、ベトナム北部の無煙炭生産地である Quang Ninh 炭田を対象として能力拡張を図る。選炭設備の規模は、Cua Ong 選炭工場 No.2 プラント（原炭処理能力 650 万トン/年）並みの近代的な湿式選炭設備とする。既存設備の拡張も考えうるが、ここでは 1 箇所の新設原炭処理量が 1,000 万トン/年の選炭設備を想定し、合計 7 箇所への新設を前提とする。建設期間は 2009 年度から 2025 年度までとし、建設費は 1 億 2,000 万 US ドル×7 箇所で総額 8 億 4,000 万 US ドルを見込む。この費用には選炭処理設備、廃水処理設備、廃石処理設備、鉄道・道路・ベルトコンベアなど施設内の石炭輸送インフラを含む。

#### (3) 石炭開発における環境社会配慮

ベトナムの石炭開発は露天掘りが中心で、森林資源や農地、場合によっては居住地への影響が大きい。また、炭鉱や石炭ターミナル周辺でのダストによる大気環境や水質への影響も懸念されるので、開発計画の推進にあたっては十分留意する必要がある。

## 9.4.2 発電関連施設

### (1) 発電設備

PDP6 プレスタディにおける燃料種類別の発電所の建中利子を含んだ建設単価とリファレンスケースにおける発電設備容量をもとに、2006年から2025年までの20年間に必要となる投資額を計算した。総額600億ドルのうち、ガスと比較して建設単価が高い水力と国内炭火力への投資額が大きい。しかし水力は2020年には開発が終了し、国内炭火力も石炭生産の限界により2025年以降は大きく増加することはない。2025年以降の設備増強は原子力・輸入石炭と輸入ガス（LNGかパイプライン）を中心に検討せざるを得ないと思われる。

### (2) 送電設備

ここでは、PDP6 プレスタディにおける送配電設備形成のための必要投資額をそのまま流用した。この投資額は2025年における電力需要が400TWh以上になることを前提としており、リファレンスケースの需要に対してはやや過剰かもしれないが、流通設備の必要量は発電所の容量・位置・運開年等の情報をもとに潮流解析などを行って決める必要があるため、ここでは新たな見積もりは行わないこととする。

### (3) コール・ターミナル

コール・ターミナルはベトナム南部の輸入一般炭専焼石炭火力発電所向け石炭中継基地としての役割を目的に、南部の沿岸または島嶼に建設することを基本とする。コール・ターミナル1箇所の施設は年間石炭取扱量2,000万トンの海外炭の輸入ならびに国内への積み替え輸送を行う規模と想定し、建設は2期に分け、第1期工事は2011年度着工、2013年度完工、第2期工事は2017年度着工、2019年度完工とする。建設費はオーストラリアの石炭ターミナル建設費を基に算出したが、総額5億US\$を見込む。この費用には大型船舶（ケープサイズ、150,000DWT）2隻と小型船舶（ハンディサイズ、15,000DWT）3隻が同時に停泊可能なバース、バース横ならびに船舶航路の浚渫、貯炭ヤードなどの建設費、石炭荷降ろし用のアンローダーおよびスタッカー、石炭積み込み用のリクレーマーおよびシップローダー、石炭輸送用ベルトコンベアなどの機器類を含む。

2015年前後よりベトナム中南部で石炭火力発電所が稼動するのにあわせて石炭の輸入が開始される。そのため、輸入炭受入のための港湾整備が不可欠となる。2020年の輸入量は430万t/年であるが、2025年には1,400万t/年を受け入れる設備が必要となる。

### (4) 発電関連施設の建設における環境社会配慮

発電所の建設は環境や地域社会に対し大きなインパクトをもつ。水力発電所や再生可能エネルギーを利用した発電所の場合には、ダム建設による居住地の移転や森林資源、農業などへの影響が大きい。一方、未電化地域の電化や化石燃料消費と温暖化ガス排出の抑制には効果を発揮する。火力発電所の場合には土地造成、周辺地域の大气・水質環境への負荷増大が第1義的に重大であり、社会全体としては温室効果ガスの排出も重要な課題である。一方で、電力供給の安定確保は地域の工業化や商業・公共施設の拡充、生活水準の向上などには不可欠である。原子力発電の場合には事故時の放射能汚染の防除と使用済み燃料の処置が最大の課題である。一方、火力発電所に較べて燃料調達面での安定性に優れ、温室効果ガスの排出抑制においても効果を発揮する。電力供給に対する社会的ニーズとそれぞれの電源が持つ環境社会配慮面でのメリット、デメリットを十分勘案して電源開発を

進めなければならない。

### 9.4.3 石油関連施設

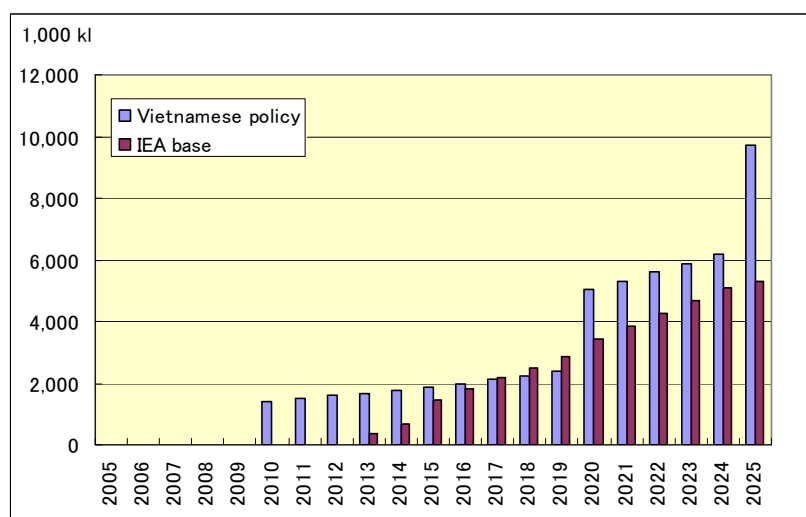
#### (1) 製油所

現在ベトナム中部のDung Quatに 2009 年始めの操業開始を目指して建設中の第 1 製油所に続き、第 2、第 3 製油所<sup>45</sup>の建設も計画されている。第 2 製油所は 2015 年に操業開始予定で、建設費は 25 億ドル程度と見込まれる。しかし、現時点では第 3 製油所の操業開始時期は見えていない。これらの製油所の処理原油は国産低硫黄原油 50%、中東高硫黄原油 50%が予定されており、第 1 製油所に較べて脱硫能力はかなり増強する必要がある。

今後要求の高まる自動車燃料品質高度化のための製造設備や、中東原油の輸入増加による高硫黄・重質原油処理のための分解・脱硫設備への追加設備投資を中心に、製油所の高度化対応投資額は第 1 製油所に較べて相当程度増加すると見込まれる。第 2、3 製油所とも、国際競争力強化を念頭に原油処理能力をそれぞれ 20 万BPSD（年産 900 万トン相当）規模とし、製品構成は第 1 製油所とほぼ同様と想定した場合、建設費総額は 7 億ドル程度増加し、それぞれ 30 億ドル程度となる。<sup>46</sup>第 6 章で見たように、第 2 製油所の建設以降は石油製品バランスが輸出ポジションのまま推移すると見られるので、周辺国を含む市場の状況とプラントのスケールメリットとを勘案しつつ、製油所の規模と建設時期を選定することが必要である。

#### (2) 戦略石油備蓄

図 9.4-1 は戦略石油備蓄についてベトナムの目標と IEA 基準とを比較したものである。



(注)2025 年で消費の 90 日分とした(ベトナムの政策では 2020 年以降となっている)

図 9.4-1 石油備蓄の IEA 基準との比較

45 第 1 製油所は年産 650 万トン(14.8 万 BPSD)で建設中であるが、第 2 製油所は北部の Nghi Son に建設予定で、年産 700 万トン(15.5 万 BPSD)として、Detailed Feasibility Study が行なわれてきた。第 3 製油所は初期計画段階ながら、南部の HCM 近郊に立地予定とされる。

46 なお、ここでは 2006 年時点でのコスト推計を用いているが、最近では石油関連施設の建設コストがかなり高騰しており、第 2 製油所の建設費は 50 億ドルに達するようである。



これによるとベトナムの目標は IEA 基準の約 2 倍になっている。戦略石油備蓄はエネルギー安全保障の観点からは非常に重要であるが、戦略石油備蓄基地は発電所や製油所などとは違い収益事業とするのは無理である。そのため維持管理費が政府財政を圧迫する恐れもある。そこで、本節ではベトナムの財政負担をできるだけ少なくするために「IEA 基準」に基づいて戦略石油備蓄基地の必要資金を概算した。ベトナムが検討している目標の場合には、総額で約 2 倍のコストが必要であると考えていただきたい。

原油タンクは石油製品タンクと比べると規模が大きく、原油タンクの建設単価は石油製品タンクの約半分である。ここでは、ベトナムの戦略石油備蓄は、第 2 製油所に投入される輸入原油の 90 日分を原油で、残りを石油製品で備蓄すると想定して投資金額を概算している(表 9.4-1 および図 9.4-2 参照)。戦略石油備蓄に必要なタンク容量は貯油率 80%、デッドストック<sup>47</sup>10%と想定して計算すると備蓄量の約 1.3 倍の施設が必要になり、その容量は表 9.4-2 の通りである。

石油備蓄基地の建設単価は、日本の建設単価を基にローカル・ファクターを考慮して推定しており、付帯施設を含む製品タンクが 340 ドル/k1、原油タンクが 180 ドル/k1 になっている。備蓄基地はコスト削減と払出し時の利便性を考慮して製油所隣地に建設されるものと想定し、受入出荷設備および防災設備の費用は計上していない。

表 9.4-1 石油備蓄の原油と製品割合

(単位:1,000 kl)

	Crude	Petroleum Products	Total
2005	0	0	0
2006	0	0	0
2007	0	0	0
2008	0	0	0
2009	0	0	0
2010	0	0	0
2011	0	0	0
2012	0	21	21
2013	0	354	354
2014	0	662	662
2015	1,187	251	1,438
2016	1,198	624	1,822
2017	1,214	967	2,181
2018	1,228	1,268	2,496
2019	1,244	1,637	2,881
2020	1,563	1,841	3,404
2021	1,573	2,297	3,869
2022	1,587	2,688	4,274
2023	1,604	3,069	4,673
2024	1,623	3,492	5,115
2025	1,642	3,640	5,282

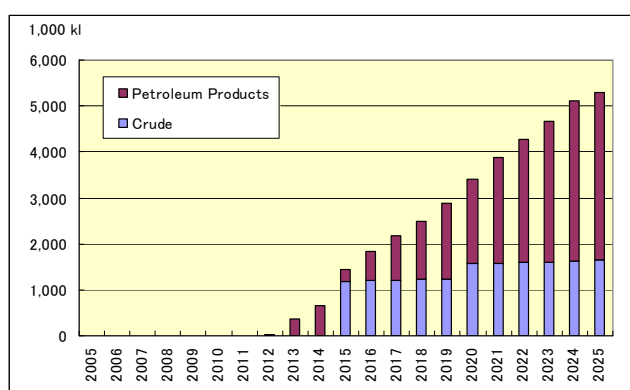


図 9.4-2 石油備蓄の原油と製品割合

<sup>47</sup>タンクに貯蔵されている在庫のうち通常の受け払い作業において搬出されない部分

表 9.4-2 戦略石油備蓄タンク容量

1,000 kl

	Crude	Petroleum Products	Total
2015	1,700	350	2,050
2020	2,300	2,600	4,900
2025	2,300	5,200	7,500

これらの前提条件から戦略石油備蓄基地に必要な投資金額は、表 9.4-3 のように試算される。ただし、上記の建設コストには備蓄油の購入コストは含まず、備蓄油購入コストはタンク建設コストよりも高いことを忘れてはならない。備蓄原油は FOB 価格で原油タンクの約 3 倍、備蓄石油製品は製品タンクの約 2 倍の額である。

表 9.4-3 戦略石油備蓄基地の容量と必要資金

	Crude		Petroleum Products		Total	
	Tank Capacity (1,000 kl)	Required Invest (million US\$)	Tank Capacity (1,000 kl)	Required Invest (million US\$)	Tank Capacity (1,000 kl)	Required Invest (million US\$)
～2015	1,700	310	350	120	2,050	430
2016～2020	600	110	2,250	770	2,850	880
2021～2025	0	0	2,600	880	2,600	880
Total	2,300	420	5,200	1,770	7,500	2,190

### (3) 石油関連施設建設における環境社会配慮

製油所や油槽所などの石油関連施設の建設においては、農地の工業用地への転用、土地造成や建設・運転時における大気・水質環境への負荷、地球温暖化ガス排出などが環境社会配慮面での検討課題である。一方で、社会への良質燃料の安定供給、化学産業など地域における関連産業の振興と雇用の増大の面では大きな効果を発揮する。石油関連施設の建設においては、第一義的には環境アセスメントにより環境負荷を最小に抑える設計とし、地域開発と調和の取れた計画を進めることが必要である。

#### 9.4.4 新エネルギー関連施設

バイオエタノールおよびバイオディーゼルの投資コストは原料や製造技術はもとより、将来的な技術開発の進展状況により大きく異なる。本項では一例として EU 等の資料を用い投資コストを試算しているが、さまざまな不確実性を抱えているので、より詳細な検討と定期的なレビューを行うことが望ましい。

なお、ベトナムにおける新・再生可能エネルギー関連施設の建設では、環境への大きな影響が危惧されているわけではない。一方で、風力、小水力、太陽光などによる発電は未電化地区の電化や化石燃料消費の抑制に寄与するであろう。ただし、それぞれのプロジェクトに即し、森林や農地への影響、また、バイオマス事業などでは水質環境への影響などについて適切な評価を行って、プロジェクトを進めることが大切である。

表 9.4-4 バイオエタノール／バイオディーゼル投資コスト

	Year	2010	2015	2020	2025
Bio-Ethanol	Supply Volume (kl/year)	11,879	29,023	52,934	128,340
	Unit Investment Cost (US\$/kl-year)	303			
	Investment Cost (Million US\$)	2007-2010	2011-2015	2016-2020	2021-2025
		4	5	7	23
Bio-Diesel	Supply Volume (kl/year)	-	30,040	61,673	106,815
	Unit Investment Cost (US\$/kl-year)	340			
	Investment Cost (Million US\$)	2007-2010	2011-2015	2016-2020	2021-2025
		-	10	11	15

(出所) European Commission “Energy, Scientific and Technological Indicators and References” および Department of Transport, U.K. “International resource costs of biodiesel and bioethanol”より作成

### 9.4.5 エネルギーセクターにおける所要投資額

上記の検討を織り込んで、図 9.4-3 にエネルギー開発計画のロードマップと所要投資額をとりまとめた。ここには不確定要素の大きい石油ガス部門の上流投資を含めていないが、年間探鉱投資額は 1～2 億ドル程度、油田やガス田の開発費は 1ヶ所あたり 5～20 億ドル程度と推定されるので、この分野における 20 年間の総投資額は 50～100 億ドル程度と見込まれる。

表に示すように、エネルギー部門における 20 年間の総投資額は 1000 億ドル超と推定されるが、その 9 割が電力部門での投資である。即ち、今後のエネルギー政策では電力部門の発展を合理的に進めることが最重要課題である。そして、その際には以下のような点にも配慮することが必要である。

- ①都市ガスの導入やコジェネレーションの普及などにより、電力偏重のエネルギー需要構造の合理化を進める。
- ②電源の最適配置を進め、基幹送電線の合理的な建設を進める。

一方、ここではバイオフューエルなど再生可能エネルギー分野への投資を余り多く見込んではいない。将来意欲的な政府目標を達成するためにここに計上した額の 5～10 倍程度の額が必要となるとしても、それほど大きな額ではない。ただし、エネルギー輸入依存度の抑制や環境対策上の効果を考えると、再生可能エネルギー分野の投資をシステムティックに進めることも重要である。

(単位:百万ドル)

	→ → 2010	→ → → 15	→ → → 2020	→ → → 25	合計
1. エネルギー資源開発(石炭)					7,150
*生産能力拡張(含む輸送インフラ)	500万トン/年 石炭増産 1200	1,100万トン/年 石炭増産 2000	1,000万トン/年 石炭増産 1500	1,000万トン/年 石炭増産 1500	6,200
*選炭設備建設	50	300	300	300	950
2. 発電関連施設					97,400
1)石炭火力(国内炭)	2900	3600	1800	4300	12,600
2)石炭火力(輸入炭)		運転開始 2015 700	1300	5400	7,400
3)ガス火力	1600	700	1000	3500	6,800
4)原子力			運転開始 2020 5000	5000	10,000
5)水力(含む輸入用の国外電源開発)	7000	6600	5700	開発終了	19,300
6)揚水		初号機運転 2019 600		2700	3,300
7)再生可能エネルギー(小水力、風力)	600	1200	700	800	3,300
8)基幹送電線(含む輸入電力)	7200	8500	9200	9000	33,900
9)コールターミナル(含むLoading、Unloading設備)	100	350	350		800
3. 石油関連施設					12,190
1)製油所建設・増設(含む受入れターミナル)		700万トン/年 #2製油所完成 5000	700万トン/年 #3製油所完成 5000		10,000
2)石油備蓄基地(除く備蓄油)		170万kl原油タンク、30万kl製品タンク完成 430	60万kl原油タンク、230万kl製品タンク完成 880	260万kl製品タンク完成 880	2,190
4. 新エネルギー関連施設					75
1)バイオエタノールプラント	4	5	7	23	39
2)バイオディーゼルプラント	0	10	11	15	36
合計	20,654	29,395	33,348	33,418	116,815

(注)上記には石油上流部門の投資額を含まない。

図 9.4-3 ロードマップ-4:エネルギー分野における主要投資

## 第10章 主要セクターにおける行動計画

本章では、前章でとりあげたロードマップに沿って各セクターで特に重要と思われる事項をとりあげ、アクションプランとしての案を提案する。

### 10.1 エネルギーの効率的利用と省エネルギーのアクションプラン

全国レベルで省エネルギー活動を展開するには、政府の努力に加え、非政府団体や企業などの行動主体を包含する総合アクションプランの立案が必要である。現段階では実施体制の整備の遅れや要員不足に加え、省エネルギー活動を全国的に展開するシステムの構築など、いずれもまだ道半ばである。まず、取組体制の整備と省エネルギー計画立案のためのデータベースの構築が急務と考えられる。

#### 10.1.1 省エネルギーの目標

ベトナム政府の省エネルギー計画では、BAU ケースのエネルギー需要見通しに年間約1～2%の省エネルギー率をかけ、2006～2010年には3～5%、2011～2015年には5～8%のエネルギー消費を削減し、2020年にはエネルギー弾性値を0.8にまで下げることが目標としている。一方、本調査ではこの政府目標に近い年間1%の省エネルギー率をBAUケースと考える。第4章でみたように、先進国などでの経験から、この程度の省エネルギーは自然に進行すると考えられるからである。そこで、さらなる省エネルギー活動の展開や最新技術・設備の導入などにより年間3～4%の省エネルギーを実現するケースをリファレンスケースとする。この場合、BAU ケースに対して2015年では10%、2025年では25%超の省エネルギーを目標とすることとなる。

この省エネルギー目標が適切かどうかを客観的に判断するだけのデータはない。しかし、図8.2-3に示すようにベトナムの対GDPエネルギー原単位はアジア諸国の中でも比較的高めで、これを他のASEAN諸国並みに引き下げるという目標だから、それほど無理な目標とは思われない。ただし、より現実的で信頼のおける目標を設定するため、各セクターの省エネルギーポテンシャル、今後の経済構造の変化、国民の生活様式の発展などについて掘り下げた議論を行って現行の省エネルギー計画を再検証し、省エネルギーマスタープランを構築することが望まれる。

上記の目標を実現するためには、まず、第1段階として2010年までに次のような事項の整備を進める必要がある。

- ①エネルギー消費に関する部門別データベースの構築
- ②政府レベルでの計画立案、監督・審査能力の強化
- ③企業レベルにおけるエネルギーの使用・管理計画の作成と実施
- ④省エネルギー技術、システムなどの研究開発体制の整備と支援
- ⑤エネルギー効率改善・管理に関する人材育成
- ⑥省エネルギー推進体制、広報・教育の強化

上記のような準備を経て2010年以降は省エネルギー計画を順次実施に移していく。さ

らに、この第1段階(2007～2015年)の実施状況を検証・評価し、さらなる改善策をもって第2段階(2016～2025年)へ移行する。

一次エネルギー供給の内訳を電力用とその他部門での直接使用とに分けてみると、石油と電力で総一次エネルギー需要の3/4を占め、社会の近代化が進むにつれ、電力のシェアはさらに増加する。このような点から、電力と石油分野での省エネルギーを重点的に検討することが重要である。

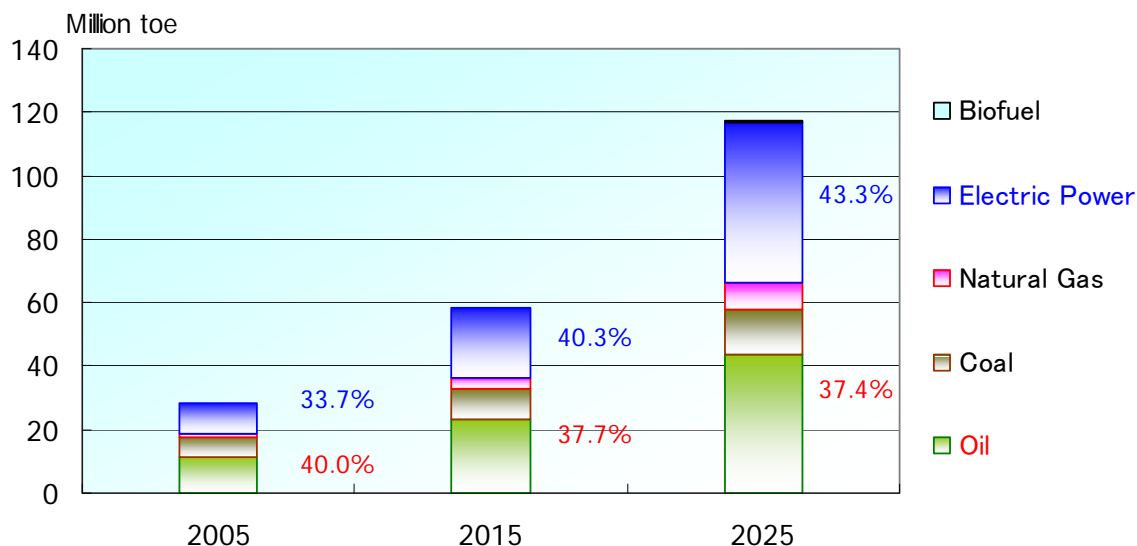


図 10.1-1 一次エネルギー供給の内訳:電力とその他エネルギー

### 10.1.2 省エネルギーの推進体制

現在の省エネルギー推進体制は、中核となる主管官庁の「商工省エネルギー効率・省エネルギー室」でも地方の省エネルギーセンターでも、ともに推進活動と管理監督に必要な要員が不足している。適切な体制を構築するには、まず要員の育成と政府の計画立案、監督、審査などの能力強化を重点的に実施する必要がある。一方、省エネルギー推進活動を官民一体で進めるためには、企業レベルでもエネルギーの合理的利用と管理を所管する部門の創設、整備が必要である。なお、エネルギーサービス事業者(ESCO)は、専門ノウハウを活用することで省エネルギー活動の効果的展開に貢献できるだろう。このように各レベルで組織の構築と人材の育成を図ることにより、官民一体の推進体制を早期に確立することが望まれる。

### 10.1.3 主要項目のアクションプラン

省エネルギー目標を実現するための政府や民間におけるアクションプランの具体的な内容としては、以下のような取り組みがあげられよう。

#### (1) 政府レベルでの活動

政府レベルでは、「省エネルギー計画」に盛り込まれた政策の目標値とタイムテーブルに沿って、省エネルギーを推進するための制度や施策を整備するとともに、民間や企業の努力を促し、指導や管理監督、助言を行う。アクションプランの主要項目としては下記の点が挙げられる。

①エネルギー効率改善および省エネルギーの活動全般に対する法体系の整備

2008～2010年の間に省エネルギー法を制定し、それを遂行するための計画およびデータベース整備を完成する。エネルギー効率改善および省エネルギー活動に関し、政府、企業、公共サービス部門などを包含する法体系を整備する。

②省エネルギーに関する国民意識の向上活動

学校教育、地域社会活動を通じて省エネルギー意識の向上を図るとともに、エネルギー消費者に対する情報や技術の提供を行う。電力、石油、ガスなどのエネルギー関係企業や、家庭電気製品などの製造・販売事業者によるエネルギーの効率的利用と省エネルギーに関する情報提供と広報活動を継続的に実施する。

③製品のエネルギー消費基準とラベルの開発・設定

2006～2010年に製品のエネルギー効率に関する試験システムとプログラムを立ち上げ、製品のエネルギー消費量を調査し、各製品のエネルギー消費効率とシェアを効率レベルにより分類する。特に、電気製品（蛍光灯、電球、扇風機、電気モーター、エアコン、冷蔵庫）を対象に5種類の最低効率基準（MEPS）を公表すると共に、エネルギー高効率型製品をリストアップする。

④指定エネルギー消費者に対する効率改善・エネルギー管理の教育・研修

指定エネルギー消費者では、省エネルギーの運営管理および省エネルギー機器の有効利用を担当するエネルギー管理者を指定しなければならない。このため、2010年までにエネルギー管理者資格認定制度を制定し、技術更新のための定期的講習と技術研修を実施に移す。

⑤エネルギー効率改善の技術支援

2014年までに、エネルギー消費データおよび国内外の効率のよい製品・設備と技術に関する情報を収集し、国の最新エネルギー効率基準に適用するための必要な条件を確認し、公表する。

⑥効率改善と省エネルギーのモデルケースの構築と評価

2014年までに、工業部門のエネルギー消費企業におけるエネルギー管理システム（Energy Management System; EMS）、および商業部門と住宅部門における建築物の省エネルギープロジェクトを策定し、モデルケースを選定実施する。また、省エネルギー効果を解析、評価し、省エネルギー機器、再生可能エネルギーなどの推奨と促進計画の公表を行う。

⑦エネルギーサービス事業(ESCO)の導入・実施

ESCO事業の導入により、省エネルギーのための設備診断、効果の検証および設備・システムの保守管理などのコンサルティング業務を提供し、エネルギー消費者における省エネルギー実現を支援する。2010年までにESCO事業者の認定制度を確立し、早期導入を推奨する。

⑧交通手段の平準化と燃料消費の最小化および環境汚染の減少

道路、水路、鉄道、航空、海運などのネットワークを有効活用し、適切な輸送手段や施設などの利用と燃料消費の最小化を図るための検討を行う。同時に、大気汚染を減らす手段として、バイオ燃料の実験モデルプロジェクトを展開する。

(2) 民間レベルでの活動

省エネルギー活動の効果をあげるためには官民一体の努力が必要である。民間・企業レ

ベルでは、政府の政策に合わせて省エネルギー目標を達成し、効果を確保するため、法制整備などの準備段階を経て2010年から下記のような省エネルギー対策を展開するよう提案する。

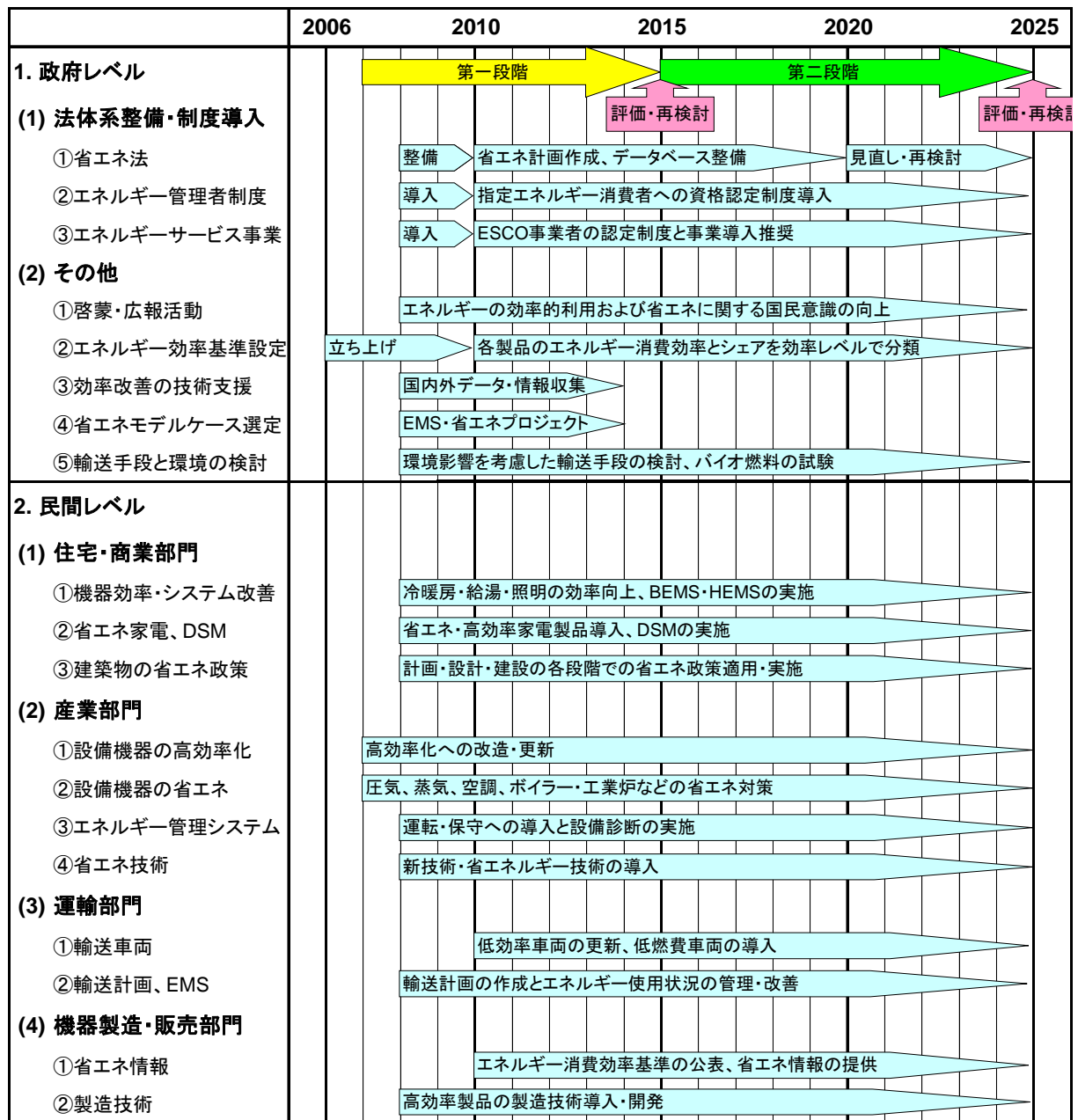


図 10.1-2 省エネルギーの主なアクションプラン

- ①住宅・商業部門: 指定商業ビル、公共設備、住宅
- ・ エアコン、給湯、暖房、照明などの機器・設備の効率向上、システム改善 (BEMS、HEMS) の実施
  - ・ 省エネルギータイプ、高効率の家庭電気製品の導入、デマンドサイドマネジメント (DSM) の実施
  - ・ 建築物の計画、設計、建設の各段階における省エネルギー対策の適用、実施



## ②産業部門：指定工場

- ・高効率機器への改造・更新
- ・圧縮空気系、蒸気系、空調、ボイラー・工業炉など機器設備の省エネルギー対策
- ・生産運転・保守にエネルギー管理（EM）システム導入、設備診断の実施
- ・新技術・省エネルギー技術の導入

## ③運輸部門：荷主、運送事業者

- ・低効率車両の更新、低燃費車両の導入
- ・輸送計画の作成、エネルギー使用状況の管理・改善

## ④機械・器具製造・販売部門：エネルギー消費機器の製造・輸入事業者

- ・商品化製品のエネルギー消費効率基準の公表、省エネ情報の提供
- ・高効率製品の製造技術導入、開発

省エネルギーを実現する上で一番重要な原則は、企業においても家計においても、常に省エネルギーを意識し、省エネルギーを目指して行動する慣習を確立することである。それぞれの立場で上記のような省エネルギーへの取組を積極的に進めることが大切である。

## 10.2 電力セクターのアクションプラン

### 10.2.1 電力供給システムの構築

#### (1) 開発体制の確立

安定した電力供給を達成するためには、上位の基本計画である国家エネルギーマスタープランにおける総エネルギー需要とエネルギー源別配分、電力需給バランスなどの動向を踏まえて、一貫性のある電力システム開発計画を策定することが重要である。従来ベトナムでは「国家電力開発マスタープラン」を5年ごとに策定してきたが、エネルギー市場のグローバル化や国内の旺盛な需要など需給バランスの変動要因が潜在すること、大型の電力設備形成には5～10年単位の建設リードタイムが必要なことを踏まえると、1～2年ごとに計画を見直す「ローリングプラン」方式とすることが望ましい。これにより、各プロジェクトの進捗をモニタリングし、遅延しているプロジェクトに対しては対応策や代替案を示すことが可能となる。

このローリングプランを基本として開発を進める上では、数あるプロジェクトの中でも国内外の民間企業に開発を委ねるべきものと、多目的ダムを持つ大規模水力や重要な火力発電プロジェクト、天然ガス市場開発と連動するガス火力、エネルギー安全保障の視点から見た原子力発電プロジェクト等、国家資金やODA、EVNの自己資金等によって戦略的に開発すべきプロジェクトとに分類し、効果的な資金配分と開発を行うことが重要である。

また、後述する電力市場の創設を展望すると、電力規制機関（事業認可、電力システム計画、市場監視など）、市場オペレーター、電力システムオペレーター、EVNを含む発電事業者、送配電事業者などの組織・役割を明確にし、足りないところは教育・訓練で補強するなどして、体制を整備することが肝要である。これらの体制の根拠となる法、制度の整備も平行して進める必要がある。

## (2) 電力設備の拡充と運用

ベトナムの電力設備計画には、従来から JICA の支援などを通じて合理的な策定手法が導入され、基本的には系統全体での電源（燃料）の経済的・機能的ベストミックスを志向する計画が策定されている。従って、全体最適を実現するためには計画電源を期日までに確実に建設し、運転することが求められる。このため、各電源の開発・運用に必要となる技術や人材の育成、社会的コンセンサスの確立などを計画的に実施していくことが必要である。

特に新電源である原子力は、長い建設期間を考慮し、周到な計画立案が不可欠である。また、住民理解活動の実施、保安体制の確立、国際協力の強化なくして計画通りの開発は難しいことに留意すべきである。現在、原子力開発に名乗りをあげる国が増加しており、ウラン価格の高騰や燃料調達も潜在リスクとして認識しておく必要がある。

天然ガス火力については、天然ガス市場の開発において電力向け需要がアンカー需要としての役割を果たすことの重要性を国民経済的見地から考えておく必要がある。ベトナムでは今後の経済成長の過程で一般製造業、業務用、家庭用などの分野でエネルギー需要がかなり増大することが見込まれ、都市部においてはクリーンエネルギーである天然ガスへの期待が高まる方向にある。これらの需要への対応とガス火力の建設を調和的に進める計画を早期に描き出すことが重要である。

ピーク電源である揚水も原子力と同様に新電源であり、2019 年の運開に向けて、調査検討を今から着実に進める必要がある。さらに揚水は系統の電圧や周波数調整というアンシラリー機能を持つことから、拡大・複雑化する電力系統の中での効果的な活用ノウハウを取得することも求められる。

再生可能エネルギー発電（小水力、風力、バイオマスなど）については開発可能量の評価を含めた開発基本計画（マスタープラン）の策定とともに、環境負荷低減のみならず地方電化のための有望な電源としても普及促進施策の実施を視野に入れなくてはならない。

上記のような発電所、送電幹線、燃料受入設備建設などの大規模プロジェクトは環境や地域社会に少なからぬインパクトを与えると予想される。したがって、開発計画やそのインパクトの緩和について事前に十分な調査を実施し、ステークホルダーとの協議、調整を反映した、調和の取れた経済建設を進めるよう配慮することが肝要である。

## (3) エネルギー輸入の安定確保

2015 年頃よりベトナムはエネルギー輸入国になる見込みである。発電用燃料の石炭や天然ガスはこれまで国産で賄ってきたが、今後は海外からの燃料調達が新たな課題として生じる。その場合、港湾や燃料貯蔵設備の建設などハード面での課題ばかりでなく、国際市場での調達方法、セキュリティ契約などソフト面での能力開発も重要となってくる。また、近隣国からの電力輸入は国際合意により成立するもので、国内案件のように国家主権が及ばない分、計画的かつ段階的な準備が必要である。

今後、電力需要の規模が大きくなるにつれ、発電所の建設にあたってベース、ミドル、ピークといった仕分けに配慮することが求められるようになる。さらに、需要動向によっては個別電源の導入タイミングや燃料の輸入開始時期にかなりの差が生じる。これらの可変要素に配慮しつつ長期計画のチューニングを行うことが必要である。

#### (4) 基幹送電網の整備

国土が南北に長く、国内資源が地理的に偏在するベトナムにおいて、南北を結ぶ基幹送電網の整備は重要な意義を持つ。南北両地域は現在既に2回線で行き交っているが、電力需要の増加に伴いさらなる容量の増強が不可欠である。加えて、原子力・輸入石炭火力・ガス火力コンプレックスなどの大容量の電源設備が立ち上がるため、信頼性が高く効率的なネットワーク構築のためには、包括的な送電系統開発計画の立案が重要となる。

#### (5) 省エネルギーの推進

上記の電力開発の過程においては、既存システムとの関係を基礎とした省エネルギーと電力システムの効率的運用を常に図らなければならない。そこでの主な課題は送配電ロスの削減、自家消費の節減、ボイラー、タービン、発電機などの発電システムの効率向上などであろう。この点では電力システム運用モードの最適化も極めて重要である。設備改善に加え、最適運転と良好なメンテナンスは最高効率を実現する上で欠くべからざる要素である。

#### (6) 人材育成

発電設備は今後20年で少なくとも容量で5倍以上にしなければならない。したがって、電力インフラの設計技術者や運転保守管理技術者の育成は非常に切迫した課題であり、重要なテーマである。また、発電会社の株式会社化と独立が進むことから、電力の安定供給という視点に加え経営マネジメントに関する研修も必要となる。育成のテーマとしては一般的な水力・火力発電所の設計・運転・保守管理技術に加えて下記のような項目が挙げられよう。

- ・電力会社の経営マネジメント
- ・同一水系における複数水力発電所を対象とした水系一貫運用技術教育
- ・原子力発電所の運転保守技術
- ・主にローカル向けの小水力・風力・バイオマスなど再生可能エネルギー維持管理訓練

自由化が進み電力セクターへの参加者が増加する状況下、人材育成の対象にはEVNのみならずIPPの技術者なども加えるべきで、広く公平な教育を提供する全国的な人材育成体制の構築を進めることが求められている。

### 10.2.2 自由化と産業政策

#### (1) 段階的な電力取引市場の形成

電力市場の自由化は国内外の投資家の参入を促進し、①電力開発資金の確保、②電力供給の効率化、を達成する上で欠くことのできない政策である。ベトナム政府は「Roadmap; condition to establish and develop levels of Power Market in Vietnam (首相決定、2006年1月26日)」において、発電市場創設から小売自由化までの段階的な自由化プロセスを示しており、当面はこれに沿って自由化を推進することが妥当であろう。自由化の過程では適切かつ十分なモニタリングと評価を行い、必要に応じて自由化のプロセス、範囲を見直していくことが必要である。この機能は主に電力規制当局（Electricity Regulatory Board : ERB）において整備していく必要がある。

#### (2) 自由化促進における課題

自由化を進めるなかで十分な電力インフラ整備ができるかどうかは、内外の民間企業を

効果的に電力開発に誘致できるかどうかによる。ただし、経験や技能が不十分な企業が多数参加すれば安定供給を損ねる恐れもあり、新規参入者の経験や技術、事業遂行能力を担保するような一定のルールを設定する必要がある。もちろんこれは新規参入を妨げるものであってはならず、また、その他の参入障壁を取り除く努力をあわせて行う必要がある。自由化の過程における主なリスクとしては、i) 燃料調達リスク、ii) オフテーカーリスク、iii) 政治的リスクなどが挙げられる。電気料金が低く抑えられていること、電力取引市場の創設と自由化が進むなかで PPA の扱いや取引ルールが不透明であることなどは、投資家にとって大きな参入障壁となる。

### (3) EVN の組織改革

従来のベトナムの電力産業は EVN による垂直統合、独占供給体制であり、電力市場の創設に合わせて事業者間での実質的かつ効果的な競争が成立するように EVN のリストラクチャリングを実施し、電力事業ユニットを再編成する必要がある。この基本的な計画は、実質的な EVN リストラクチャリングプランである「Establishment of a mother company – Vietnam Electricity Holding Company（首相決定、2006 年 6 月 20 日）」に定められており、これを実行することになる。

一方で、自由化後の電力供給責任の所在は電力自由化の際に必ず議論となるところであり、ベトナムでも十分に議論し、実質的に供給責任が達成できるようなソフト・ハード両面での仕掛けが必要である。今のところ、上記の Vietnam Electricity Holding Company（前身は EVN）が供給責任を持つとされているが、リストラクチャリングにより発電所のほとんどの経営権が独立発電会社の取締役会に移管されることを考えると、100% 国営企業として残される送電会社に全系統の電力供給安定化機能をもつような揚水発電を所有させるなど、物理的に需給調整が可能な体制とすることが望ましい。

### 10.2.3 価格政策

電気料金は、ユーザー利益を十分に考えた設定とする必要がある一方、電気事業者が事業を適切に発展、継続できる範囲で設定されることが肝要である。そのなかで、今後発電用燃料の輸入が始まるのにともない、国際市場におけるエネルギー価格の変動を合理的に電力料金に反映させることも必要である。また、電力市場の創設に伴い、市場取引での手数料など付帯的な料金が発生するため、これらの費用負担についても合理的な取り決めが不可欠である。ここで考慮すべき料金には系統アクセス費用、送電費用、給電・アンシラリー費用、市場決済費用、市場アクセス費用、ブローカー費用などがあげられる。電力市場の導入に当たっては、このような原則を踏まえて事業者の経済合理性とユーザーの裨益効果の効果的なマッチングが可能となるような制度設計を行うことが重要である。

一方、国民経済的視点に立てば、各需要セクターにおける電力の合理的使用を促すような料金体系の実現も重要である。そのためには、自由化を原則としつつも電力市場に対して適切なガイドラインを提示するような制度を構築することが望ましい。

今日、電力供給は国民へのユニバーサル・サービスとすることが社会的要請であり、地方・島嶼部などの電化政策、いわゆる地方電化は電力自由化と平行して推進すべき重要な課題である。また、家庭用電気料金の設定にあたっては、貧困層に対する配慮が引き続き求められるであろう。特に自由化後は、地方電化や貧困家庭の支援、脱炭素化や再生可

能エネルギーの導入などを従来のように「同一電力会社内での内部補助(Cross Subsidy)」を財源として推進することは不可能となるので、これらの施策のための新たな財源を準備する必要がある。このような配慮も上記の「市場へのガイドライン」の一環として含め、電力政策の根幹を国民に明示的に示しつつ公平で秩序ある自由化を進めることが望まれる。

上記のような考察をもとに作成した電力セクターにおける主要アクションプラン(案)を図 10.2-1 に整理した。

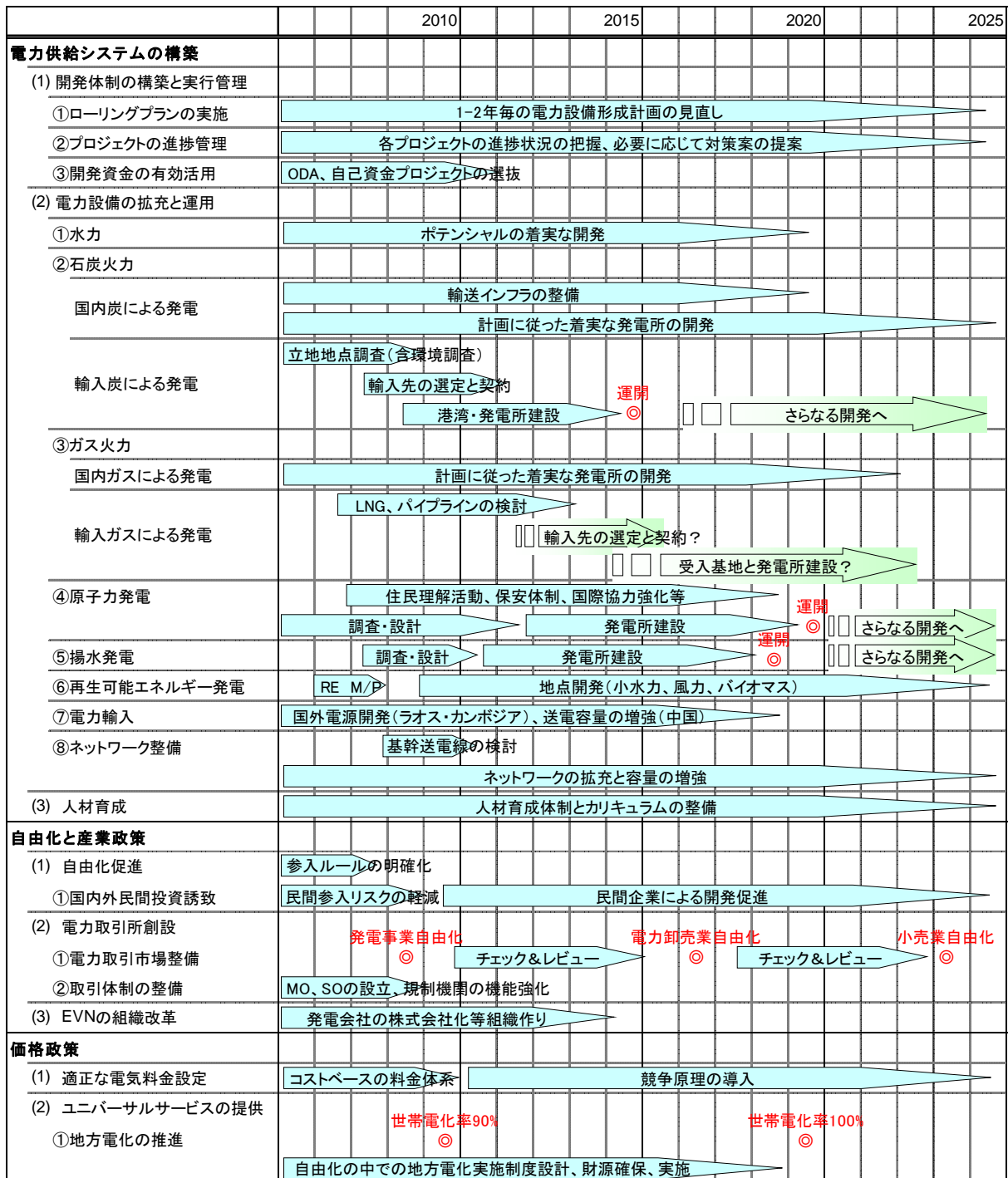


図 10.2-1 電力セクターにおける主要なアクションプラン

## 10.3 石炭セクター

### 10.3.1 石炭供給システム構築の目標

ベトナムの石炭供給は、現在そのほとんどを国内炭で賄っているが、今後の国内における石炭需要増にともない、新たな石炭供給システムを構築する必要がある。

石炭供給システムを構築する上では、以下のような事項を考慮に入れる必要がある。まず、国内石炭資源のほとんどが北部 Quang Ninh 省に偏在しており、石炭生産も同地域に集中していること、石炭需要は北部を中心としつつも中部・南部に分散する方向にあること、さらに今後の供給は国内炭と輸入炭に二分されることである。

地域別には、北部は電力ならびに一般産業向け国内炭供給、中部は電力向け国内炭供給と輸入炭供給との併給、南部は主に電力向け輸入炭供給が基本となる。北部では既存の供給システムを最大限に活用する一方、中部・南部では輸入炭専焼石炭火力発電所の新設が予定されており、新たな石炭供給システムの構築が必須である。

### 10.3.2 石炭供給システム構築の方法・手段

#### (1) 国内炭供給

国内炭を採掘・供給する上では、需要に見合う生産を実施し、供給不足を発生させないことが最も重要である。長期に安定した国内炭供給を実現するためには、まず、石炭埋蔵量の詳細探査・評価を実施し、十分な石炭可採埋蔵量を確認することが必要である。現在、日越共同石炭資源探査事業が北部 Quang Ninh 省で実施されており、可採埋蔵量の増加が期待されている。

さらに、国内炭需要増に対応するため既存炭鉱の拡張と新規炭鉱開発を推進し、2025年までに石炭生産能力7,000万トン／年を達成する。一方、高品位無煙炭である鉄鋼向け PCI 炭は海外での需要が高く、国内向けに比べて高価格での販売が可能なことから、石炭の輸出には既存の契約を尊重しながら PCI 炭を振り向け、中・低品位炭は余剰が発生した場合にのみ輸出に振り向けることで、国内向け供給不足が発生しない体制を構築する。

安定した国内炭の生産には、炭鉱保安が必要不可欠である。今後は石炭生産量に占める坑内掘りの比率が高まるとともに非熟練従業員の比率が高まることが見込まれており、災害の増加が危惧される。国内での炭鉱従業員ならびに管理者に対する保安教育を充実、強化し、炭鉱保安と生産性向上を両立させることが必要である。

なお、環境保護の観点から、石炭の開発から終掘後の保全まで、さらには選炭、輸送に至るコールフロー全体において、自然環境ならびに周辺住民環境に配慮した、かつ環境基準を遵守した国内炭供給計画を立案、実行することが求められる。

#### (2) 海外炭供給

海外炭の供給を行う上では、需要に見合う品質の石炭を長期的に安定して安価で調達できるかどうか最大の懸案事項である。その方策としては、まず石炭需要家が海外の生産者と需要量の大部分を長期契約を締結して調達し、不足分をスポット契約などで調達するのが一般的である。2015年頃から予定されている南部の輸入炭専焼石炭火力発電所向け石炭調達を可能にするためにも、石炭需要家はできる限り早期に海外の石炭生産者と協議を

行い、関係構築と契約締結を図ることが重要である。また、ひとつの目標として石炭輸入量の50%に相当する海外炭権益ならびに石炭輸送船腹を確保することで、海外炭調達のセキュリティを高めることが可能である。

一方、南部の大型石炭火力発電所の建設予定地は水深の浅い海洋・河川の沿岸部に面しており、大型船による石炭輸送が難しく、小型船やバージによる輸送を余儀なくされることが予想される。船型と輸送距離によって輸送コストは変動するが、大型船による大量輸送を採用することで石炭1トン当たり5~20ドル程度の輸送費削減が見込まれ、最終的には電力料金の抑制にも貢献する。輸入炭を安定的に調達し、石炭輸送費を最小限に抑制すると共に環境への影響を最小限に抑制する手段としては、輸入炭中継基地（コールセンター）を建設し、大型船による外航輸送と小型船・バージによる内航輸送を組み合わせた効率的な石炭輸送システムの構築が考えられる。個別の大型石炭火力発電所を対象とするのではなく、第6次電力開発基本計画でリストアップされている複数の石炭火力発電所を対象に、長期的観点から輸入炭中継基地建設の検討を早期に開始し、建設に着手することが求められる。

### (3) CCT・省エネルギー

石炭供給側に加え石炭消費側においてもCCTを積極的に採用し、石炭の収率向上・有効利用、石炭消費原単位の低減、熱効率の向上、排出量の低減などを図り、石炭需給バランスを大幅に改善する必要がある。ベトナムではCCTの普及が一部の分野に限定されており、幅広い分野でのCCT普及と省エネルギー推進のポテンシャルはまだまだ大きいといえる。

供給側においてすぐにも実施可能なCCT導入としては、石炭の収率向上・有効利用、発熱量向上による石炭消費原単位低減、熱効率向上、排出量低減などを図るため、採掘した原炭全量を対象に選炭処理を実施することが挙げられる。

需要側におけるCCT導入としては、まず、低品位炭の有効利用、石炭消費原単位低減、排出量低減などを目的とした、民生部門で多く消費されている石炭ブリケットのバイオブリケット化推進がある。国内に豊富に賦存するバイオマス資源を石炭ブリケットに混入することで、CO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>、煤塵といった排出物を削減することが可能である。

また、今後中部・南部において導入予定の輸入炭専焼石炭火力ボイラーは基本的に超臨界圧タイプを採用する予定だが、熱効率向上、石炭消費原単位低減、環境への配慮から、超超臨界圧タイプ、IGCCなどの次世代燃焼技術についても継続的に調査・研究を行い、将来の本格的な導入を検討しておく必要がある。

### 10.3.3 市場・産業政策

国内炭の長期安定供給を達成するための施策としては、既存の石炭企業に加えて民間・外国企業の参入や技術協力を支援することがあげられる。石炭の資源探査から採掘、選炭に至るコールフロー全体において、これら民間・外国企業をコントラクターとして採用することで、最新機器・技術の導入により生産性の向上を図ることが可能である。さらに、石炭資源探査を段階的に民間・外国企業へ開放し、完全に開放した時点で探査権、鉱業権、採掘権を一括で付与することも考えられる。また、民間・外国企業による石炭産業への資本参加を促し、VINACOMIN傘下の石炭会社民営化を段階的に推進することで、民間・外国企業による資本を炭鉱の設備投資へ回し、最新機器・技術の導入を促してさらなる生産

性の向上を図ることが考えられる。

また、輸入炭の安定調達を図るための施策としては、需要家もしくはトレーダーが海外の石炭権益を取得する場合、政府が低利融資制度などで資金援助を実施することが有効である。

さらに、CCT・省エネ促進のための施策としては、CCTの調査・研究・普及ならびに人材育成を目的とするCCTセンターを設立し、ベトナムで適用できる可能性の高いCCTの実用化を積極的に図る。特に、石炭火力発電に係る燃焼や排煙処理技術、灰処理、ならびに選炭などの分野は、その対象として早急に取り組むことが可能であり、早急に推進することが望まれる。また、省エネ、燃焼効率向上、排出量削減の面から、老朽ボイラーなどの機器更新に対して積極的な啓蒙活動を行うとともに、中小企業など資金的な理由から機器更新を行えない企業に対しては、政府による低利融資制度など資金的支援策を導入する。

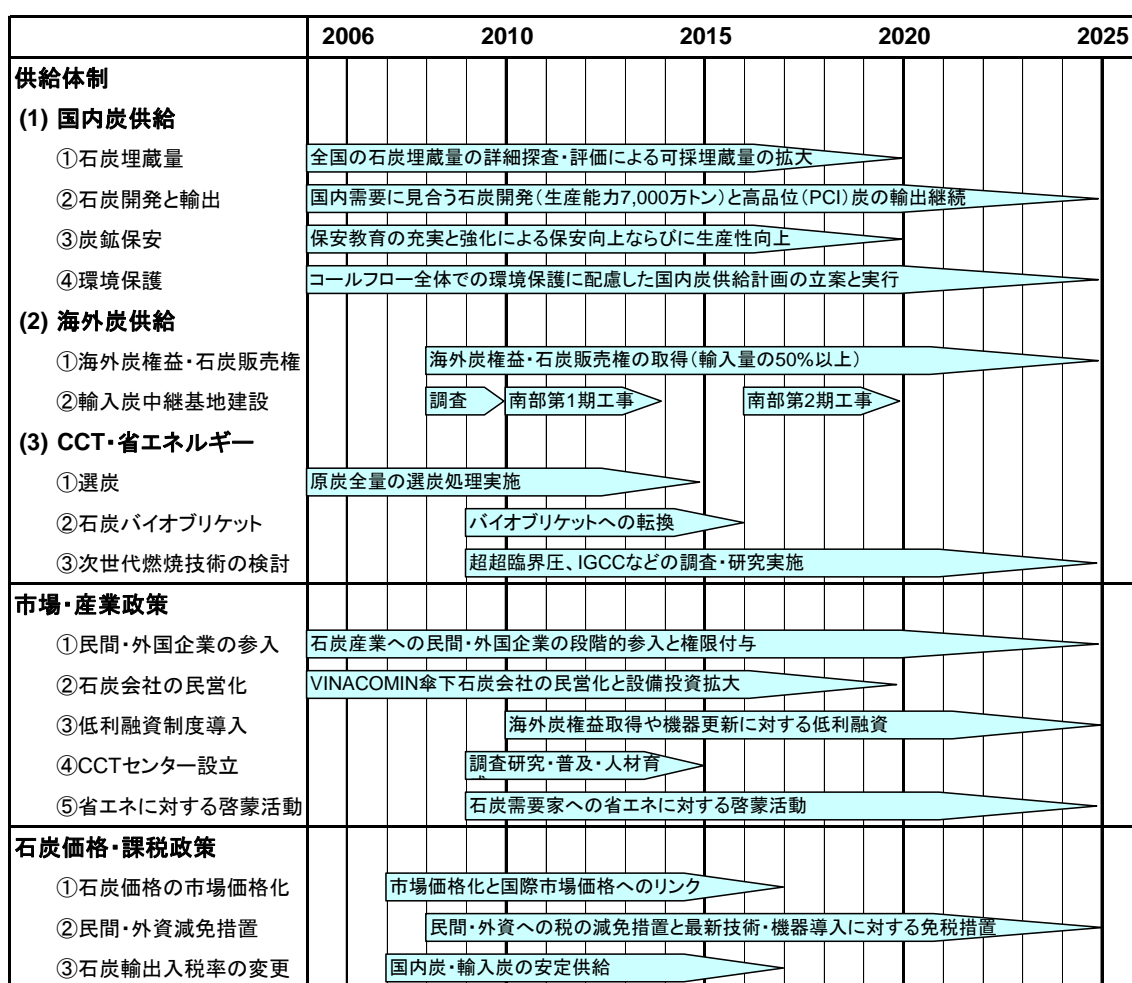


図 10.3-1 石炭セクターのアクションプラン

### 10.3.4 石炭価格・課税政策

これまで大規模消費者向けの石炭価格は中央政府が決定し、その基準価格に基づき生産者と需要家が契約を締結して、取引が行われてきた。しかし、これまでの国内向け石炭価格は平均生産コストを下回っており、生産者側は輸出により最低限の利益を得ていた。そのため、価格面でも生産を拡大するための施策が必要である。



生産者が適正な利益を出し、生産拡大に再投資できる基金を創出する施策としては、まず石炭の市場価格化を国内で促進し、一定期間を経て国際市場価格化へ移行することが求められる。これにより、公正で透明な石炭価格の自由化を達成し、市場価格に基づいた石炭取引を実施することで、生産者が適正な利益を享受するシステムを構築する。また、民間企業や外国企業がベトナム石炭産業へ新規に参入することで石炭供給拡大を促進する施策としては、これら企業に対する法人税をはじめとする時限的な税の減免措置が考えられる。さらに、生産拡大に供する最新技術・機器の導入を促進するために、これらの技術や機器の購入に対する輸入税や付加価値税などの減免措置も有効と考えられる。

上記の検討をもとに作成した石炭セクターのアクションプラン(案)を図 10.3-1 に示す。なお、石炭の需要動向は電力需要の動向に大きく左右されるので、その動向を勘案しつつアクションプランの調整を図っていくことが肝要である。

## 10.4 石油・天然ガスセクターのアクションプラン

本節では、石油・天然ガスセクターのアクションプランについて、①石油・天然ガス供給システムの構築、②石油・天然ガス市場の規制緩和とエネルギー産業政策、③石油・天然ガス市場の効率化と価格政策の3分野について検討する。なかでも、天然ガス配送網の建設と石油製品規格の設定は最優先の実施を検討すべき課題である。

### 10.4.1 石油・天然ガス供給システムの構築

#### (1) 国内石油・天然ガス開発体制の確立

##### ア. 探鉱・開発事業における政府と民間の役割

石油・天然ガスセクターにおける探鉱開発活動を効果的に展開するため、官と民、すなわち行政（規制当局）と事業者の役割および両者の関係を明確に区分し、定義する。

「天然資源は国家・国民の資産である」ことを大前提とした上で、石油探鉱・開発・生産などの事業活動は基本的に民間が担当するものとし、政府は国家目標に即したガイドラインや枠組み、ルールを設定を行なう。また、事業者の選定や管理監督は専任の機関のもと、透明なルールにより実施することが望ましい。

このような管理制度とその担当機関を設定する上では、国営企業である Petrovietnam の事業担当機能と一線を画しておく必要がある。ただし、Petrovietnam の機能については、下記の点にも留意することが必要である。

石油の開発や生産に関する具体的な制度や政策の検討には高度な専門知識や実務経験が必要であること、

国家権益保護の観点から石油開発に関する情報はある程度機密を確保しておくことが必要であること、

一般的なルールの下では商業性を確保しづらいが、政府の命を担い戦略的に重要な事業（研究開発や基礎試錐など）を担当する部門が必要であること

このような点を念頭において石油開発に関する政府と事業者の機能を整理すべきである。また、石油開発に関する制度は、世界情勢の変化などを織り込むため、5年程度を目処に見直しを行なうことが望ましい。

##### イ. 探鉱開発推進に必要な条件整備

ベトナムの石油地質は油田、ガス田ともに複雑で、埋蔵量も決して豊かではない。今後は大水深海域への展開も計画されている。原油価格、ガス価格の世界的な高騰で石油開発分野への投資意欲が亢進しているとはいえ、一方で資機材の高騰や人材・機材の不足がはなはだしく、石油開発の推進は決して一本道ではない。このような条件の下で石油開発の促進を図るには、最新の技術、アイデア、資金を広く世界中から呼び込む条件を整えることが必要である。このような視点から、鉱区の開発条件については内外の状況を踏まえて柔軟な検討を進める体制を整備することが望まれる。このような体制はフェアであることが重要であり、事業体である Petrovietnam とは一線を画す工夫をほどこすことが望まれる。

## (2) 製油所の拡充と設備高度化

輸送用燃料需要の増加トレンドを考慮し、現在中部の Dun Quat に建設中の第 1 製油所に続く第 2、第 3 の製油所の建設の前倒しの検討を早急に進めることが望ましい。稼動時期としては、たとえば、第 2 製油所は 2013 年頃、第 3 製油所は 2016 年頃が目処とされよう。これらの製油所の規模は、周辺国の需要規模も視野におき、世界レベルで競争力のある規模、たとえば最低でも 20 万バレル日以上とする、また、製品需要の白油化傾向を踏まえ、分解・脱硫などの高度設備の導入と要員の技術水準の向上を図ることが望まれる。

## (3) 天然ガス配送網の建設と天然ガス市場の創設

第 8 章で検討したように、今後エネルギー需要の増大が見込まれる一般産業分野や民生用の分野にどのようなエネルギーを供給していくかは、ベトナムの長期エネルギー計画にとって極めて重要な課題である。移動をとまなう自動車用燃料とは異なり、工場や家庭など固定的な場所で使用されるエネルギーとしてはクリーンで扱いやすいガスと電力が一番魅力的である。このことは近年の電力および LPG 需要の伸びに端的に現れている。

その際、LPG の供給には制約が多く、国際市場での調達カタール LNG プロジェクトの建設が一段落する 2010 年頃を境にかなり厳しくなることを念頭において計画を立てる必要がある。ベトナムではまだ本格的な都市ガスの導入が遅れているが、特に国産ガス埋蔵地域に近いホーチミン市を中心とする南部地域においては、国産天然ガスを供給源とする天然ガス配送ネットワークを早急に構築することが望まれる。国産天然ガスの利用拡大は、環境の改善とともに、石油需要の増加、ひいてはエネルギー輸入の増加をも抑制するという点でエネルギー安全保障上の効果も高い。また、天然ガス市場の創設は、これまでややもすると低調であった天然ガスを対象とした探鉱の促進にも効果を発揮し、埋蔵量の増加にもつながると期待される。

しかし、天然ガス網の建設は極めて資本集約的で、かつ、時間のかかる事業である。このため、天然ガス網を新規に建設する場合は、韓国やマレーシアの例のように、最初は基幹需要である発電用を軸に大・中規模の一般需要家を加えた市場構成で基幹ネットワークを建設し、次第に導管網を延伸しつつ周辺の零細需要を取り込んでゆくのが一般的アプローチである。したがって、電力用の用途については単に電源としての経済性のみを考えるのではなく、国や地域全体を俯瞰し、天然ガス開発とのバランスを考えねばならない。天然ガス網の建設に密接に関係する発電所の建設については、こ

のような総合的視点から計画を設定しなければならない。

ホーチミン市を中心とする南部地域では、先ず、発電所と肥料工場等の工業用需要、次いで輸送用パイプライン近傍の一般需要家（工場や大型商業施設）などが天然ガス供給の対象として考えられる。新規住宅開発地域等も状況によってはこれらに加えることが出来よう。一方、北部のハノイ市周辺では、トンキン湾地域に産出する二酸化炭素を多く含んだ天然ガスの利用方法として、二酸化炭素の改質による合成ガス製造技術を適用し、合成燃料である GTL/DME や、肥料の製造が可能であろう。また、LNG を導入した場合には、低熱量の二酸化炭素含有ガスを増熱して、都市ガスとして供給することも想定できよう。

南部地区については 2010 年頃の実現を目標として早急に第一次天然ガス市場開発計画を設定すべきである。また、北部地域については、天然ガス探鉱の進捗を視野に入れつつ、遅くとも 2020 年頃の実現を目標とするガス利用事業の開発、LNG の導入も視野に入れたガス市場の形成に関する第二次天然ガス開発計画を設定することが望まれる。

#### (4) 国家石油備蓄および効率的流通システムの構築

石油輸入依存の増大による海外ファクターの影響増大に備えるため、国家石油備蓄を実施する。

今後の石油需要の増大に備えて、国内配送に関する港湾設備や 2 次配送施設の整備・拡充を推進する。特に港湾については、将来の中東などからの遠距離輸送に備えた大型原油タンカーの受入、周辺国との石油製品貿易を視野に入れた大型製品タンカーの入港を可能とすべきである。これらについては、石炭などの他のエネルギーセクターとも連携して可能な範囲で港湾の共有化を図り、物流システムの統合化・合理化を図ることが望まれる。

#### (5) 石油・天然ガス輸入の安定確保

今後原油の輸入が本格化することを踏まえ、供給者とのチャンネル作り、融通や共同調達などを視野に入れた域内近隣諸国との連携などを推進する。

また、石油の国家備蓄計画を早急に策定し、実施することが望まれる。緊急時に市場に増供給する必要があるのはガソリンや軽油などの石油製品であるから、国家備蓄を原油で行う場合は、製品化の利便を考え、製油所との連携を十分念頭におくべきである。また、現在あまり利用されていない ASEAN 諸国間の緊急時融通システムは、緊急事態への効果的な備えとするべく、システムの改善を図ることが望まれる。

### 10.4.2 石油・天然ガス市場の規制緩和とエネルギー産業政策

#### (1) 国営事業の企業化

エネルギー産業の規制緩和に関する制度改革／設計について世界の先行事例を概観し、従来国営事業として運営してきた Petrovietnam の機能の再配分と事業分野の企業化を図る。その基準については 10.4.1 項で述べたところである。ただし、政府の意向を体する国営石油会社の存在の戦略的重要性を考慮し、上流から下流までの一貫体制は確保することが望ましい。

#### (2) 政府事業部門の創設

政府事業として遂行すべきエネルギー安全保障対策としての国家石油備蓄や商業性におとるエネルギーインフラ整備などの事業を担当する事業体を創設する。ただし、政府直轄事業は極力制限し、やむを得ない場合も第3セクターや民間企業への段階的な移行計画を明記し、事業の肥大化を避ける。2010年を目処に、事業体に係る法的根拠を整備して、順次実施に移す。その後は定期的に制度等の見直しを行う。

(3) 透明性のある市場参入ルールの設定

現行の石油製品の販売や輸出入に係わる制度を整理し、公正で透明性のあるルール設定を行う。市場への参入は事業遂行能力、エネルギー効率、製品及び事業の安全確保や環境保護に関する一定の基準をみたせば原則自由とする方向を目指す。ただし、市場の混乱を避けるため、ルールを明示し、許認可に関する恣意性を極力排除する。2010年からのスタートを目処にルールの設定を行い、その後は市場の状況をモニターしながら、段階的に自由化を進める。なお、同時に、省エネルギーの推進や環境改善を図るため、石油政策に関し政府のガイドラインを国民や関係業界に示す制度も設定することが望まれる。

10.4.3 石油・天然ガス市場の効率化と価格政策

(1) 国内価格の国際価格化

石油製品は全量輸入に依存しているなのでその価格は既に国際レベルにある。一方、国際水準に比してかなり低水準に抑えられている天然ガス価格は順次引き上げ、2015年には国際価格と同等の水準とする。これによって安い天然ガス価格によるエネルギー構造の歪みを正すとともに、天然ガス開発の誘引としても効果を挙げることが出来よう。第9章で述べたように、国際価格に合致したエネルギー価格を国内でも適用することにより、エネルギー供給構造と消費システムを強靱なものに変えてゆくことが望ましい。

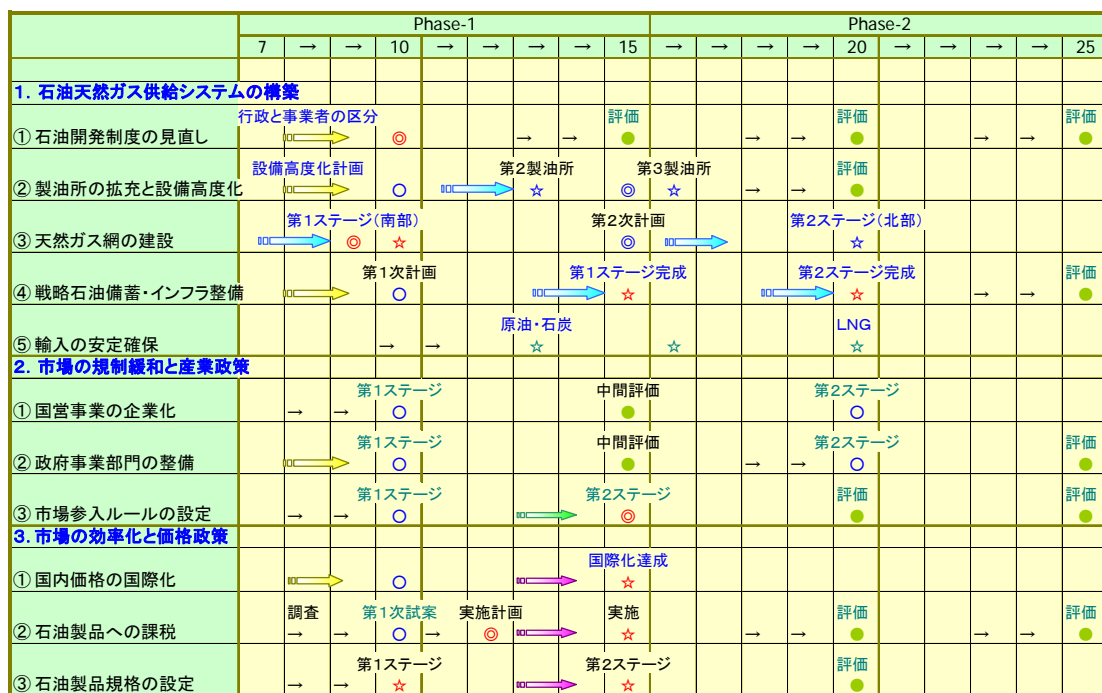


図 10.4-1 石油ガスセクターのアクションプラン

## (2) 石油製品への課税

エネルギーインフラの建設、非化石燃料の開発、環境対策等の原資を確保することを目的に、ガソリンおよび軽油への課税を実施する方向で検討を進める。課税の実施にあたっては先行国の事例を検討し、公正な社会負担を実現することが望ましい。また、社会的弱者に対する支援は、エネルギー構造の歪みを抑えるため、エネルギー価格を通じての支援ではなく、福祉政策に基づく別の形の支援として実施すべきである。ただし、そのためにエネルギー課税から資金を転用することは妨げない。

課税の実施にあたっては、石油製品の供給設備や製品規格などの面での対応が必要なので、先行国などの事例を参考として適切なタイムスケジュールを組むことが必要である。また、これらの検討においては、今後本格化すると思われるバイオ燃料の導入も視野に置くことが必要である。

## (3) 石油製品規格の設定

市場で有効な競争を実現するには、ガソリンや軽油などの製品規格を統一しておくことが重要である。これは、省エネルギーや環境保護を実現する上で特に重要である。新設する製油所ではガソリンや軽油でユーロ 3~4 の規格を充足できる方向にあるが、現行の輸入品の規格はかなり低く、自動車産業などに混乱を招き、大気環境面の問題でもかなり深刻である。今後はASEAN標準や東アジア標準など<sup>48</sup>、国際市場における先進的な状況を念頭において製品規格を設定することが必要である。

また、製品規格を東アジアやアセアン域内の近隣諸国間でも標準規格として統一化しておくことは、輸出制約が少なくなることや緊急時の域内融通の観点からも有益である。

上記の検討をもとに作成した石油・天然ガス分野におけるアクションプラン（案）を図10.4-1に示す。

## 10.5 再生可能エネルギーセクター

### 10.5.1 開発計画

#### (1) 再生可能エネルギー電源開発計画

Prime Minister Decision No.110/2007/QD-TTgによると、2006年から2015年までに2451MW、2016年から2025年までに1600MWの系統連系再生可能エネルギー電源の導入が予定されている。

しかしながら、送電系統に連係されている小水力発電所は49ヶ所（合計64MW、単機容量は100kW~10MW、1ヶ所は停止）<sup>49</sup>のみであり、今のところ小水力以外の新エネルギーの主力として期待される系統連系風力発電の導入実績はない。

#### (2) バイオ燃料開発計画

<sup>48</sup> 日本では2005年1月からガソリン、軽油ともに硫黄分10ppm以下のサルファーフリーが実施されており、韓国も近々これに追従できる見通しである。中国はやや遅れているが、ユーロ3~4の実現を目指している。このような低硫黄化は触媒の劣化を防ぎ、燃費向上にも資することが技術的に検証されている。

<sup>49</sup> 海外諸国の電気事業2006

2007年5月にバイオ燃料の導入目標や開発計画を定めた **Development of Bio-Fuels in the Period up to 2015, Outlook to 2025, Draft**（国家バイオ燃料開発計画（案））が商工省（Ministry of Industry and Trade）によって作成され、現在首相承認待ちの状況である。

【開発の視点】

- ① エネルギーセキュリティ及び環境保護を目的とした化石燃料代替としてのバイオ燃料開発
- ② 2025年までにガソール E5 及びバイオディーゼル B5 の普及を実現
- ③ 人材開発、バイオマス資源安定供給、エネルギー転換の効率化、バイオ燃料流通システムの構築

【開発目標】

- ① 2007～2010年：パイロットプラントの導入（ガソール E5：100,000 トン／年、バイオディーゼル B5：50,000 トン／年）、ガソリン需要の8%をガソール E5 にて代替。
- ② 2011～2015年：ガソリン及びディーゼルオイル需要の20%を各々ガソール E5、バイオディーゼル B5 にて代替。
- ③ 2025年：ガソリン及びディーゼルオイル需要の100%を各々ガソール E5、バイオディーゼル B5 にて代替。

### 10.5.2 アクションプラン

#### (1) 再生可能エネルギー電源開発促進

Prime Minister Decision No.110/2007/QD-TTg によると、2006年から2015年までに2451MW、2016年から2025年までに1600MWの系統連系再生可能エネルギー電源の導入が予定されている。

しかしながら、IE: 6th Power Development Master Plan, Draft によると、水力ポテンシャルの枯渇により2020年前後から小水力による発電量の伸びが頭打ちとなることが想定されるため、再生可能エネルギー電源の持続的な開発には、風力に代表される小水力以外の再生可能エネルギーの開発が課題となっている。

また、再生可能エネルギー電源ではIPP（独立発電事業者：Independent Power Producer）による開発が想定されており、民間事業者等の参入を促す環境整備も重要な課題である。

これらを踏まえ、以下のような内容の施策の実施が必要と考えられる。

#### ① 小水力ポテンシャルの精査および開発計画策定

昨今の石油価格の高騰によって再生可能エネルギー電源の他電源に対するコスト競争力がかなり向上していることや、エネルギー安全保障や地球温暖化防止の重要性の高まりを考慮し、新たなポテンシャルの掘り起こしを目的とした小水力ポテンシャルの精査を行い、開発計画の策定を行う。

#### ② 風力ポテンシャルの精査および開発計画策定

風力発電については、小水力に続く有望な再生可能エネルギー電源と目されるにも関わらず、全土を網羅した体系的な風速データがなく、正確なポテンシャルが把握されていない。そこで、既にIEが有望な省から優先的に着手している風力ポテンシャル詳細調査を支援し、正確な風力ポテンシャルの把握を早期に実施して、総合的な開発計画の策定

を行う。

	Phase-1										Phase-2									
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
<b>Events &amp; Targets</b>																				
RE Power Development Plan (MW) (Prime Minister Decision No.110/2007/QD-TTg)	214	363	370	213	100	150	305	500	200	150	250	0	0	100	100	250	250	250	250	
Master Plan on Renewable Energy Resources																				
<b>Renewable Energy Power Development Promotion</b>																				
a) Detailed check of small hydro potential and Establishment of Development Plan					Revision				Revision				Revision							
b) Detailed check of wind potential and Establishment of Development Plan					Revision				Revision				Revision							
c) Countermeasures for Grid- Connected Wind Power					Review				Review				Review							
d) Grid- Connected Wind Power Pilot Plant																				
e) Establishment of Guideline for Grid-Connection and Standardized Power Purchase Agreement					Review				Review				Review							

図 10.5-1 再生可能エネルギー電源開発促進アクションプラン

③ 風力発電所の系統連系時の対策検討

風力発電所の系統連系における主要な課題である「風況に応じて出力が変動すること」に起因する周波数変動問題および一般に風況の良い地点における送電線の送電能力が高くないことに起因する「送電容量」問題について、日本など先進事例を有する国の知見を参考に対策を検討する。

④ 系統連系風力発電実証事業

ベトナムでは系統連系風力発電の導入実績がないので、パイロットプラントの導入による実証事業を行う。

⑤ 系統連系ガイドライン及び電力購入に係る標準契約書の策定

再生可能エネルギー電源への IPP（独立発電事業者：Independent Power Producer）の参入を促すため、系統連系の技術的要件をまとめたガイドラインの策定や、売電交渉の簡略化を目的に透明性及び中立性の高い売電価格等を定めた電力購入標準契約書の策定などを行う。

(2) バイオマス資源有効活用

現在首相承認待ちのバイオ燃料の導入目標や開発計画を定めた Development of Bio-Fuels in the Period up to 2015, Outlook to 2020, Draft（国家バイオ燃料開発計画（案））にも明記されているように、バイオマス資源の有効活用にあたっては、戦略策定や人材育成といった全般的取り組みはもとより、バイオマス資源生産、収集・輸送、エネルギー転換から流通・利用に至るまでの包括的な取り組みが必要であることを考慮し、以下のような内容の施策を実施する。

なお、この分野では世界的に関心の高まっている「食料と燃料のトレードオフ」に十分注意を払うべきである。なかでも、第2世代バイオ燃料技術は「食料と燃料の補完」を目指すものであり、2007年の東アジアサミットで提唱されたバイオ燃料イニシアティブなど

を軸とする国際的連携を推進し、技術開発やプロジェクトの開発を進めることが望まれる。また、農業政策と深くかかわるバイオエネルギーの生産は、農村新興や土地利用にかかわる政策との調和を念頭においた総合ビジョンのもとに推進することが肝要である。

【全般】

① バイオマス資源有効活用マスタープランの策定

国家バイオ燃料開発計画（案）等を踏まえ、総合的な農地利用計画（汽水域などの荒蕪地を含む）、バイオマス資源生産、収集・輸送、労働力の配分、エネルギー転換（熱、電力、燃料など）から流通・利用までを網羅する包括的なバイオマス資源有効活用についてのマスタープランを策定する。

② バイオマス関連人材育成

大学教育、技術者トレーニング、海外からの技術移転などを通じた人材育成を実施。

【生産・収集・輸送】

③ 農作物系バイオマス資源生産効率の向上

単位作付面積当たりの収量増大に向けた農業技術開発や多収量／高バイオマス量を持つ農作物の導入・開発を行う。

	Phase-1										Phase-2									
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
<b>Events &amp; Targets</b>																				
Bio-Fuels Development Plan (Development of Bio-Fuels in the Period up to 2015, Outlook to 2025 (draft))	E5/B5 8% Replacement			E5/B5 20% Replacement						E5/B5 100% Replacement										
<b>Effective Use of Biomass Resources (General)</b>																				
a) Establishment of Master Plan for effective use of biomass resources	→			Revision						Revision						Revision				
b) Human resource development	→																			
<b>(Production, Collection and Transportation)</b>																				
c) Improvement of Production Efficiency of Agricultural Biomass	R&D			Installation						Dissemination										
d) Effective use of Non-Agricultural Biomass Resources	R&D			Installation						Dissemination										
e) Establishment of effective collection and transportation system suitable for each biomass characteristics	R&D			Installation						Dissemination										
<b>(Energy Conversion)</b>																				
f) Technology Development for Improvement of Energy Conversion Efficiency	R&D			Installation						Dissemination										
g) Technology Development and Equipment Installation of Bio-fuel blending	R&D/Installation			Dissemination																
h) Technology Introduction and Pilot Plant for mixed combustion	R&D						Installation						Dissemination							
<b>(Distribution/Quality Control)</b>																				
i) Establishment of Quality Standard of Bio-Fuel	→			Review						Review						Review				
j) Establishment and Pilot Project of Bio-Fuel Distribution System	→																			

図 10.5-2 バイオマス資源有効活用アクションプラン



#### ④ 非農作物系バイオマス資源の有効活用検討

木質系廃材、食品廃棄物、家畜排泄物や水産加工残渣などの海洋バイオマスといった非農作物系バイオマス資源について、ポテンシャルやエネルギー利用技術などの観点から有効活用の可能性を検討する。

#### ⑤ バイオマス資源の種類に応じた効率的な収集・輸送システムの構築

一般に、発生源が広範に分布で一ヶ所あたりの発生量が少ない、水分含有量が多い、量がかさばるといった収集・輸送上の経済性悪化要因を抱えるバイオマス資源について、バイオマス資源の種類に応じた効率的な収集・輸送システムの検討・構築を行う。

### 【エネルギー転換】

#### ⑥ エネルギー転換効率向上に向けた技術開発

エネルギー変換効率の向上のため、熱・圧力や化学処理等による理化学的プロセス及び、バイオテクノロジーを活用した生物化学的プロセスを活用した電力や燃料への変換技術の導入・開発を行う。特に第2世代バイオ燃料技術の開発は「食料と燃料のトレードオフ」を「相互補完」に変える上でも極めて重要である。

#### ⑦ バイオ燃料混合技術開発及びバイオ燃料混合設備の導入

ガソリンへのバイオエタノール直接混合、ガソリンへの ETBE (Ethyl Teriary Butyl Ether) 混合、軽油へのバイオディーゼル混合などの各種混合技術開発を行うとともに、ガソホールやバイオディーゼルといったバイオ燃料混合設備を導入する。

#### ⑧ 石炭等との混焼技術の導入及び実証事業

主に石炭火力発電所でのバイオマスと石炭の混焼を念頭に置いた技術導入・開発及び実証事業を実施する。

### 【流通・利用】

#### ⑨ バイオ燃料品質基準の策定

ガソホールやバイオディーゼルなどのバイオ燃料について、品質や安全性の確保を目的とした品質基準を策定する。また基準の策定にあたっては近隣諸国 (ASEAN など) との技術標準の共通化を検討する。

#### ⑩ バイオ燃料流通システム構築及び実証事業

ガソホールやバイオディーゼルなどのバイオ燃料について、製造→貯蔵所→販売/給油所といった流通システムの構築を検討し、実証事業を実施する。

### (3) 再生可能エネルギー優遇策整備

再生可能エネルギー利用を促進すべく、下記のような具体的な優遇策の整備を行う。特に再生可能エネルギー電源開発については、2009年からの電力市場創設によって従来型電源に対して価格競争力が劣る再生可能エネルギー電源の導入が鈍ることが危惧されることから、効果的な再生可能エネルギー電源インセンティブの導入は喫緊の課題と考えられる。

#### ① RPS (Renewables Portfolio Standard) 制度の導入

電力事業者に、再生可能エネルギーから発電される電気を一定量以上利用 (発電もしくは買取り) することを義務付ける RPS 制度を導入する。同様に、石油販売業者にも一定のバイオ燃料の使用を義務付ける。

	Phase-1										Phase-2									
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
<b>Events &amp; Targets</b>																				
Electricity Market			Phase 1: Competitive Generation Power Market (Single Buyer Model)					Phase 2: Competitive Wholesale Power Market					Phase 3: Competitive Retail Power Market							
CDM		1st Commitment Period																		
<b>Incentives for Renewable Energy Development</b>																				
a) Introduction of RPS (Renewables Portfolio Standard)		→								Review				Review					Review	
b) Introduction of support scheme for renewable energy users (electricity, fuel, etc.)		→								Review				Review					Review	
c) CDM Facilitation		→							Review											

図 10.5-3 再生可能エネルギー優遇策整備アクションプラン

② 再生可能エネルギー利用(電源、燃料等)を行う事業者への支援制度の導入

公的機関による債務保証や優遇的な出資／融資制度といった金融支援スキーム及び、補助金や税制優遇措置等による補助スキーム等の組み合わせによる事業者支援制度を導入する。

③ CDM 利用促進制度策定

Financial Mechanisms and Policies on CDM Projects (Prime Minister Decision No.130／2007／RD-TTg)において規定されている CDM プロジェクト実施者のインセンティブ(優遇税制、地代の減免、資金調達、補助金など)と義務(プロジェクトの登録、CDM クレジット売却時の手数料など)について、具体的なルールを策定するとともに、CDM 利用の更なる促進に向け実施状況のレビューを行う。

10.6 エネルギー開発における環境社会配慮

エネルギー開発プロジェクトは一般に大規模で、自然環境や地域社会に大きなインパクトを与えることが多い。また、その影響する範囲も、第7章でみたように大気、水、森林、農地、海浜、居住環境などの地域の問題から地球温暖化問題にまで広範にわたる。エネルギー供給の確保は社会の発展にとって必要不可欠ではあるが、同時に、自然環境や社会的弱者への十分な配慮が必要である。

エネルギー開発を進める上で各分野において環境社会配慮の面で考慮すべき点の詳細は付属資料6「戦略的環境アセスメントの手法」に記載したが、その要点は下記のように整理できよう。

① 上流部門

水力発電におけるダム建設や炭鉱や油田などの開発は土地に密着するものであり、地域の自然環境や居住者へのインパクトに十分留意して進めるべきである。上流部門

の開発では一般に広範な土地が対象となることが多く、森林、農地、居住地などの土地の転用や地形変更にかかわる問題、生産設備の建設や生産活動にともなう廃土や鉱滓の処分、大気、水質、騒音のレベルの問題、事故の懸念、周辺地域の交通事情や居住環境の変化の問題などが検討事項としてあげられる。少数民族居住地が開発対象となる場合は、移住などによる社会的軋轢の発生についても配慮が必要である。

## ②中流部門

港湾、道路、鉄道、水路、パイプラインや送電線などの輸送部門では、主として建設段階における地上の交通、騒音、水質などへの影響、事故が生じた場合の火災や水質汚濁などが危惧される。ただし、鉄道やパイプラインなどによるエネルギー輸送は道路による場合よりはるかに効率や安全性が高く、また、温室効果ガスの排出抑制面でも効果的であることを考慮すべきである。

## ③下流部門

発電所や製油所などの下流部門設備の建設は、あらかじめ工業用地として開発された地域で行われることが多い。この分野では、土地造成面での海浜の埋め立てや農地の転用などにかかわる問題、生産設備の建設や生産活動にともなう大気、水質、騒音のレベルや廃棄物の問題、原料・燃料の搬入や製品・廃棄物の搬出にともなう港湾や輸送手段の整備、周辺地域の交通事情や居住環境の変化などが検討事項としてあげられよう。また、これらのエネルギーセクターの活動は地球温暖化ガスの大量排出を伴うので、国家的な見地から設備の最適配分を図ることが望まれる。

エネルギーと環境とは往々にしてトレードオフの関係にあることが多いが、社会の近代化のためにはエネルギーは不可欠の物資である。エネルギー開発の負の面に拘泥するのではなく、両者の調和を前提する経済社会をどのようにして築くかについて広く議論を起こし、ベトナム社会にとって望ましい発展のグランドデザインを作成することが重要である。また、この分野では社会全体の発展目標と地域社会の蒙るインパクトとを調和的に解決することが必要であり、公正で透明なステークホルダーとの利害調整システムを設定することも大切である。

## 10.7 エネルギーデータベースの構築と拡充

### 10.7.1 目的

エネルギー需給を総合的に把握し政策立案を行うためには、エネルギーデータベースが不可欠である。現在ベトナムにはエネルギーデータを総合的に取りまとめる機関が存在しない。データベースの構築にあたっては、どのような目的のため、どのようなデータをどのように収集整理していくかを定義するとともに、データベースの構築と維持更新を推進する制度、およびこれを担当する組織を創設することが必要である。また、制度の構築にあたっては実効性、操作性や機密保持などに十分配慮することが必要である。また、エネルギーデータベースで収集するデータ項目および収集期間は、目的と利便性、入手可能時期を考慮して定める必要がある。

APEC/EUROSTAT/OECD-IEA/OLADE/OPEC/UN JOINT DATA EXERCISE												
Member Economy: _____												
Year : 2005 _____												
Month : _____ Unit : _____												
		Crude Oil			Petroleum Products							
					LPG	Gasoline	Kerosene	Gas/Diesel Oil	Fuel Oil	Total Oil		
Production		Refinery Output										
Imports		Imports										
Exports		Exports										
Stocks	Closing	Stocks			Closing							
	Change	Change										
Refinery Intake		Demand										
		Crude Oil			Petroleum Products							
		Crude Oil	NGL	Other	Total (1)+(2)+(3)	LPG	Naphtha	Gasoline	Total Kerosene	Of which: Jet Kerosene	Gas/ Diesel Oil	Fuel Oil
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
+ Production						+ Refinery Output						
+ From Other sources						+ Receipts						
+ Imports						+ Imports						
- Exports						- Exports						
+ Products Transferred /Backflows						- Products Transferred						
- Direct Use						+ Interproduct Transfers						
- Stock Change						- Stock Change						
- Statistical Difference	0	0	0	0	0	- Statistical Difference	0	0	0	0	0	0
= Refinery Intake						= Demand						
Closing stocks						Closing stocks						

図 10.7-1 JODI の Monthly Oil Format

エネルギーデータを整備する重要な目的のひとつは、国のエネルギー需給を総合的に把握、管理し、エネルギー・環境政策や計画の立案に資することである。もうひとつの目的は、国際的なレベルでの透明性のある情報提供である。近年、石油市場が不安定化し、大幅な価格変動（ボラティリティ）をもたらしている。このような石油価格の変動を低減するうえで石油市場の透明性確保が産油国、消費国双方にとって重要であることが2000年にリヤドで開催された閣僚会議「国際エネルギーフォーラム」でも確認されている。

これを受けて2001年7月よりエネルギー関連の6つの国際機関（APEC、EU、IEA/OECD、OLADE、OPEC および UN）が協調し、メンバー国にタイムリーな石油データの提出を呼びかけ、「石油データ共同イニシアティブ：Joint Oil Data Initiative：JODI」という旗印のもとに国際的な石油データ整備を推進している。ベトナムもJODIに参加しているが、データ整備が遅れているため、現在はまだタイムリーな石油データの提出が出来ない状況である。

国内のエネルギー管理と政策立案、さらには国際的なデータ提供の要請に応えるためにも、早急にエネルギーに関する統計データ整備を実施する体制を確立することが重要な課題である。

### 10.7.2 エネルギー統計データ整備計画

エネルギー統計は、国家のエネルギー管理やエネルギー政策の立案や実行において重要な役割を果たす貴重な情報である。加えて、このような統計が存在することで各企業はそれぞれの産業における平均的なエネルギー消費原単位などの情報を把握でき、自社のエネルギー消費レベルや消費効率を全国レベルと比較するなどにより、エネルギー効率の改善や環境改善の一助とすることが可能となるという効果が期待される。エネルギー統計に期待される役割は以下のような点である。

- ①時系列のエネルギー需給データの保存と更新
- ②過去のエネルギー需給の推移の評価・分析
- ③自国のエネルギー消費・供給構成の評価・分析
- ④エネルギー消費原単位の推計（全国および業種別など）
- ⑤エネルギー消費原単位の国際比較
- ⑥エネルギー需給モデルへのデータ提供
- ⑦国際機関へのタイムリーなエネルギーデータの提供
- ⑧省エネルギーおよび環境政策への情報提供
- ⑨エネルギー政策立案への情報提供

図 10.7-2 にエネルギー統計データ整備を進めるためのフロー図を示す。

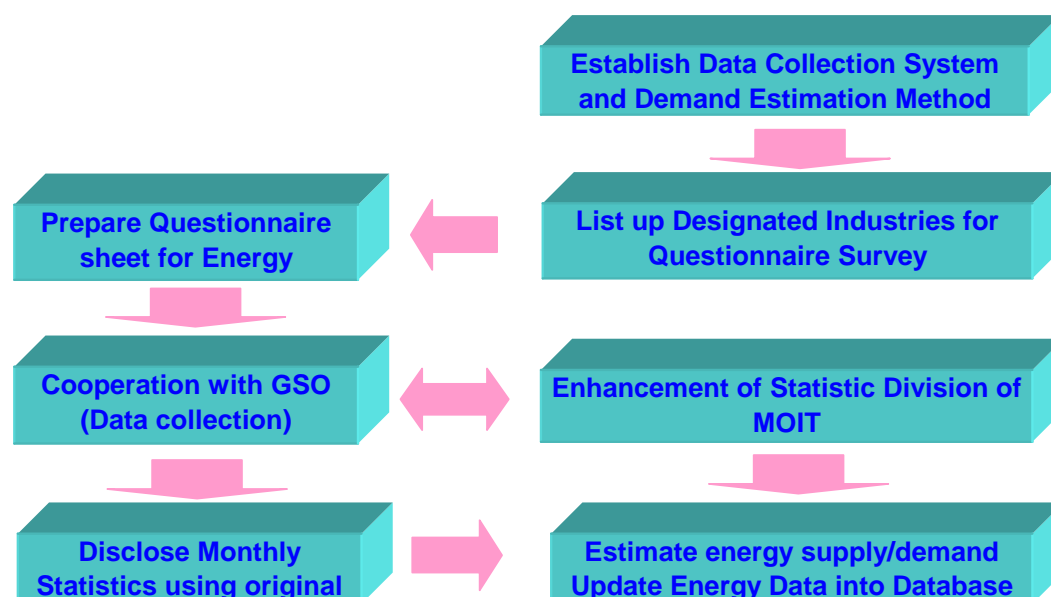


図 10.7-2 エネルギー統計データ整備フロー

### (1) 組織

エネルギー統計の整備を進める上では、エネルギーデータを収集する組織とデータを解析・評価する組織の2つの組織が必要である。

ベトナムの現状を出発点とすると、各企業からエネルギー消費データを収集する業務を担当するのは既存組織である統計局の Industry and Construction Department が適任であろう。現在、同局は主要産業の生産量などを調査票によって毎月集計している。これに加えて「エネルギーに関する調査表」を作成、配布、収集することにより、既存のシステムを利用し、少ない追加費用でエネルギーデータを集計することが可能となる。GSO はこれらのオリジナルデータを毎月集計し、月報として公開する。

一方、エネルギー統計の解析・評価はエネルギー政策を担当する商工省（Ministry of Industry and Trade : MOIT）の中に設置するのが望ましい。現在、エネルギーに関する諸

業務は商工省のエネルギー・石油局が担当しているため、同局を中心に「エネルギー情報センター（仮称）」を新設し、エネルギー統計を整備していくことを提案する。行政の肥大化を避けるため、データ処理は外部に委託することも考えられる。

また、エネルギー情報センターを支援するために商工省、運輸省、統計局、環境省、建設省などの関連機関や学識経験者で構成される「エネルギー統計整備委員会」を設置し、重要事項の諮問を行うことを提案する。

#### (2) 指定産業・指定事業者と調査票

日本では重要と位置付けられる統計は総務大臣が「指定統計」として指定し、その対象となる事業者には統計法により申告義務が課せられている。ベトナムの場合も統計法に基づいてエネルギー需給に関係する重要な産業と事業者の指定を行い、申告義務を課すことが必要である。エネルギーに関する記録をつけることは事業者にとっても事業を管理し、省エネルギーを進める上で大いに効果があり、一度システムが軌道にのれば、煩雑さのデメリットは忘れられるであろう。

#### (3) 統計調査員の教育

エネルギー統計を整備するにあたり、エネルギー統計の専門家が不足している。エネルギーデータを扱う調査員にはエネルギーフロー、熱量、エネルギー換算などの基礎的な知識が要求される。そのため、エネルギー専門家による講習などにより人材育成を図ることが望まれる。

#### (4) データ収集システムおよび需要推計

エネルギー統計の作成は、通常、供給データを取りまとめることから始める。供給データは消費データと比べると集計が容易で、信頼性も高いので、まず、供給データをできるだけ正確に把握するシステムを作り上げることが重要である。産業分野のエネルギー消費データはエネルギー多消費産業や大規模工場などを中心に調査票を配布することで大部分を把握することができる。これらの事業所ではエネルギーへの関心も高く、記録が整備されていることが多い。残る小規模工場のエネルギー消費は補足調査などのデータをもとに推定する方法を取る。一方、民生用、輸送用のエネルギー消費はこのような手法で大枠を押さえることが難しく、人口あるいは世帯あたりのエネルギー原単位から推計する手法が多く使われている。そのためには定期的にサンプル調査を実施し、エネルギー原単位を把握する必要がある。

サンプル調査の方法や民生部門のエネルギー原単位の推計方法、エネルギー消費量の推計方法などの知見については、日本を含めた国際機関からの支援が期待されよう。

### 10.7.3 アクションプラン

エネルギーデータ統計を整備するためには、組織の強化・新設、関係機関との協調、法による強制力、技術支援、予算請求、データ開示方法の検討などが必要で、時間をかけて整備していく必要がある。このため、今後は以下のような作業を段階的に実施する。

- ① エネルギー情報センター（仮称）の新設（MOIT）
- ② エネルギー統計整備委員会の発足（MOIT）
- ③ 予算請求（MOIT、GSO）
- ④ 指定工業統計のリストアップ（MOIT→GSO）

- ⑤ アンケート調査票の作成 (MOIT)
- ⑥ アンケート調査の実施 (GSO)
- ⑦ エネルギー統計月報の作成 (GSO)
- ⑧ 民生部門のサンプル調査 (MOIT または GSO)
- ⑨ エネルギー需給の推定 (MOIT)
- ⑩ エネルギー統計の公開 (出版)

上記の業務を遂行するためには、国際支援機関に対し技術支援 (Technical Assistance) の要請を行うことも必要である。

図 10.7-3 に、上記の考察に基づくエネルギー統計整備のアクションプランを示す。

Org.	Item	2009				2010				2011				2012			
		1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q	1Q	2Q	3Q	4Q
MOIT	Establish new organization in MOIT			■													
MOIT	Establish committee for energy statistics			■													
MOIT GSO	Designated industries for questionnaire survey				■												
MOIT GSO	Prepare questionnaire sheet			■	■												
GSO	Implement questionnaire survey					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
GSO	Prepare monthly report						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
MOTI GSO	Sample survey for residential & Commercial							■	■				■	■			■
MOIT	Estimation of energy supply & demand									■	■	■	■	■	■	■	■
MOIT	Publish energy statistics										■	■	■	■	■	■	■
	Technical Assistance for energy estimation					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

図 10.7-3 エネルギー統計整備のアクションプラン





## 第 4 部 エネルギーデータベースおよび分析ツール



## 第 11 章 国家エネルギーデータベース

### 11.1 国家エネルギーデータベースの構造

本調査で開発するエネルギーデータベースでは、データは Microsoft の Excel に入力し、入力データはその後自動的に Microsoft Access に読み込まれる。これは Access の方がデータ処理に適しているためである。データを Access に格納することにより、検索、並べ替えが容易にできることや、将来データベースサーバを介してネットワーク上でデータを共有するなど、データベースシステムをアップグレードさせる時にも Access が適している。Access に格納されたデータは、データベースプログラムにより処理（検索、並べ替え、グラフ作成など）され、Excel ファイルや PDF ファイルなどでパソコン画面に表現される。

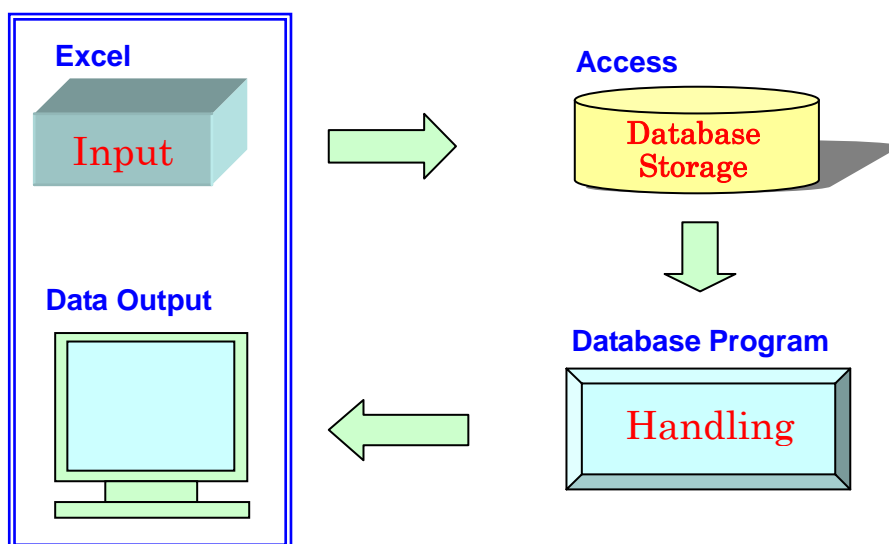


図 11.1-1 システム構造

#### 11.1.1 データ項目

IEA のエネルギーバランス表では、エネルギー項目は 61、需給項目は 82 に分類されており、データ入力セルは約 4,500 セルになる ( $61 \times 75 = 4,575$ )。しかしながら、これらの項目のうち、国によってはエネルギー源やプラントが存在しないために全ての項目が必要というわけではない（例えばベトナムの場合は、原料炭、地熱、CHP プラント、石炭液化プラントなどは存在しない）。そこで、本調査のエネルギーバランス表では、ベトナムのエネルギー事情と将来の開発計画（製油所、原子力発電所、再生可能エネルギーなど）を勘案してデータ項目を実状にあったものに削減した（28 エネルギー項目  $\times$  49 需給項目 = 1,372 セル）。表 11.1-1 は本調査のエネルギーバランス表のエネルギー項目およびエネルギー需給項目を示している。

#### 11.1.2 検索および並び替え

エネルギーデータベースに格納されているエネルギーデータおよび社会経済データ項目数は、約 1,700 項目ある。さらに、データは時系列に 1990 年から 2005 年まで入力され、

総データ数は約 27,000 に及ぶ。これらの膨大なデータの中から必要なデータを探し出して抽出するには時間

表 11.1-1 エネルギーバランス表の項目

Energy Source Item	Supply & Demand Item
Hard Coal	Indigenous production
Brown Coal	Import
Anthracite	Export
Coking Coal	International Marine Bunkers
Other Bituminous Coal	Stock Changes
Sub-Bituminous Coal	Transfer (Gas Processing)
Lignite/Brown Coal	Statistical Discrepancy
Fat coal	Transformation Sector
Briquette	Main Activity Producer Electricity Plants (EVN)
Combust. Renewables+Wastes	Autoproducer Electricity Plants
Natural Gas	Patent Fuel Plants
Crude Oil	Petroleum Refineries
Associated Gas	Non-specified Transformation
LPG	Coal Mine
Motor Gasoline	Oil and Gas Extraction
Kerosene Type Jet fuel	Patent Fuel Plants
Kerosene	Petroleum Refineries
Gas/Diesel Oil	Own Use in Electricity
Residual Fuel Oil	Non-specified Energy Sectors
Naphtha	Distribution Loss
Non-specified Petroleum Products	Iron and Steel
Nuclear	Chemical and Petrochemical
Hydro	Non-Ferrous Metals
Solar Photovoltaics	Non-Metallic Minerals
Solar Thermal	Transport Equipment
Wind	Machinery
Electricity	Food and Tobacco
Other Sources	Paper, Pulp and Print
	Wood and Wood Products
	Construction
	Textile and Leather
	Non-specified Industry
	International Aviation
	Domestic Aviation
	Road
	Rail
	Domestic Navigation
	Non-specified Transport
	Residential
	Total Commercial and Public Services
	Agriculture/Forestry
	Fishing
	Non-specified Others

を要するため、データベースプログラムを開発し、検索、並べ替えなどの機能を持たせることとした。データベースプログラムは現地コンサルタントに委託し、開発した。また、ワーキンググループメンバーからの要望もあり、検索および並べ替えの機能の他にグラフ作成機能も追加させることとした。

### 11.1.3 エネルギーバランス表

エネルギーバランス表は国のエネルギー需給を総合的に把握するために作成されている。このバランス表はそれぞれのエネルギーの単位を物量から石油換算トンに換算し、国

全体のエネルギーフローを示している。前述したように、このバランス表は IEA のエネルギーバランス表に従って作成されているため IEA が毎年各国に要請しているエネルギーバランス表の提出にも対応可能である。

## 11.2 国家エネルギーデータベースの機能と操作

データベースプログラムは、データ処理を容易にできるように開発されている。以下は開発中のプログラムの機能と操作を示している。

### 11.2.1 マクロ経済データ

メニュー画面から Macro Economy Table を選択することにより、時系列のマクロ経済データが表示される。

CATEGORY	Sub Item	Unit	1990	1991
Population	Total Population etc	Million	18.	57
	Urban	Million	13	13
	Rural	Million	53	54
	Population Density etc	Person/km2	200	204
Number of Household	Whole Country	Million (H)	13	14
	Urban	Million	3	3
Labor Force	Total Labor Force	Million persons	0	0
	Employed	Million persons	0	0
	Agriculture, Forestry	Million persons	0	0
	Fishing	Million persons	0	0
	Industry	Million persons	0	0
	Construction	Million persons	0	0
	Trade	Million persons	0	0
	Hotel, Restaurant	Million persons	0	0
	Transport, Storage, Commercial	Million persons	0	0

### 11.2.2 エネルギーバランス表

メニュー画面から Energy Balance Table By Year を選択することにより、任意の年のエネルギーバランス表が表示される。

CATEGORY	Hard C.	Brown	Anthra.	Coke	Other	Sub-Bit	Lignite	Fat co
Domestic production	2,534	20	2,534	0	0	0	20	0
Import	0	0	0	0	0	0	0	0
Export	-430	0	-430	0	0	0	0	0
International Marine Bunkers	0	0	0	0	0	0	0	0
Stock Changes	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Primary Energy Supply	2,096	20	2,096	0	0	0	20	0
Transfer (Gas Processing)	0	0	0	0	0	0	0	0
Statistical discrepancy	19	20	19	0	0	0	20	0
Transformation Sector	-888	0	-888	0	0	0	0	0
Main Activity Producer Electricity	-988	0	-988	0	0	0	0	0
Autoproduction Electricity Plants	0	0	0	0	0	0	0	0
Private Fuel Plants	0	0	0	0	0	0	0	0
Powerplant Refineries	0	0	0	0	0	0	0	0
Non-specified Transformation	0	0	0	0	0	0	0	0
Energy Sector	0	0	0	0	0	0	0	0
Cool Mine	0	0	0	0	0	0	0	0

### 11.2.3 エネルギー種別毎のエネルギーデータ

メニュー画面から Energy Balance Table By Energy Source を選択することにより、エネルギー種別毎のエネルギーデータが時系列に表示される。

CATEGORY	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Indigenous production	2,524	2,504	2,596	2,952	3,031	4,641	5,267	6,345	6,7
Export	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Import	-436	-631	-496	-1,595	-1,554	-1,506	-2,042	-1,354	-1
International Marine Fisheries	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stock Changes	0	49	173	114	49	695	26	235	35
Total Primary Energy Supply	2,088	1,942	1,467	1,642	1,936	3,695	3,297	4,692	5
Transfer (Gas Processing)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Statistical Discrepancy	19	66	-702	-524	31	751	39	491	89
Transformation Sector	-800	-530	-374	-290	-400	-710	-666	-1,217	-11
Manufacturing	-466	-336	-374	-290	-400	-710	-666	-1,217	-11
Autoproducer Electricity Plants	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Thermal Fuel Plants	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Petroleum Refineries	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Non-specified Transformation	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Energy Sector	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Coal Mines	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oil and Gas Extraction	0	0	0	0	0	0	0	0	0

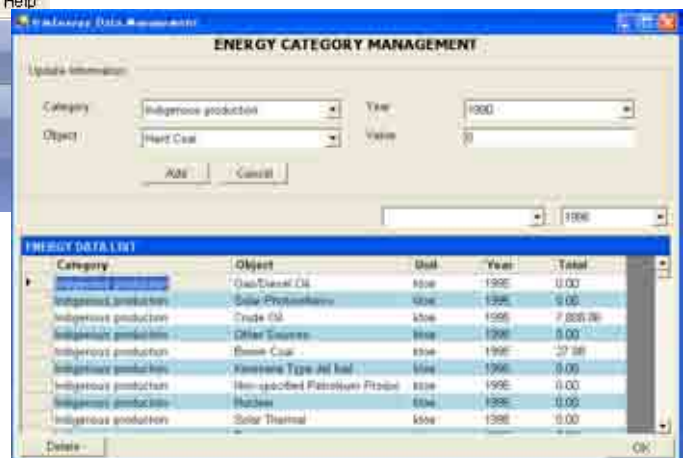
### 11.2.4 グラフ作成

メニュー画面から Chart を選択し、年と項目を指定することにより、線グラフや円グラフが表示される。

### 11.2.5 データ更新



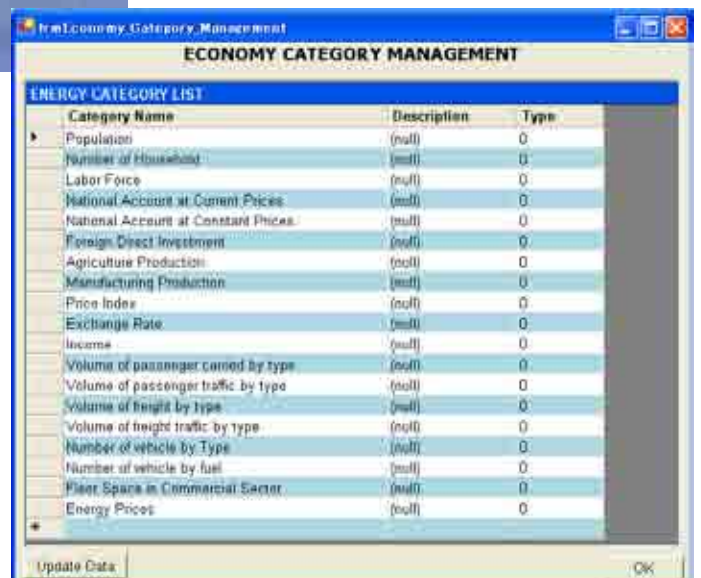
メニュー画面から Data Administrator を選択し、年と項目を指定することにより、データを更新することができる。



### 11.2.6 データ項目追加



メニュー画面から Data Category を選択することにより、新しいデータ項目を追加することができる。







## 第12章 エネルギー需要予測モデル

### 12.1 国家エネルギーマスタープラン構築のためのモデル

エネルギーの将来展望を描いてエネルギー分野の課題を分析し、エネルギー政策やさまざまな対策の効果を検討し、エネルギー計画を構築するツールとして、色々な機関により各種の計量モデルが開発されている。国際エネルギー機関（IEA）や日本エネルギー経済研究所などで開発、利用されているエネルギー需給予測モデルは、一般的に図12.1-1に示すように、①マクロ経済モデル、②エネルギー需要予測モデル、③エネルギー需給最適化モデルの3つのエンジンで構成されている。

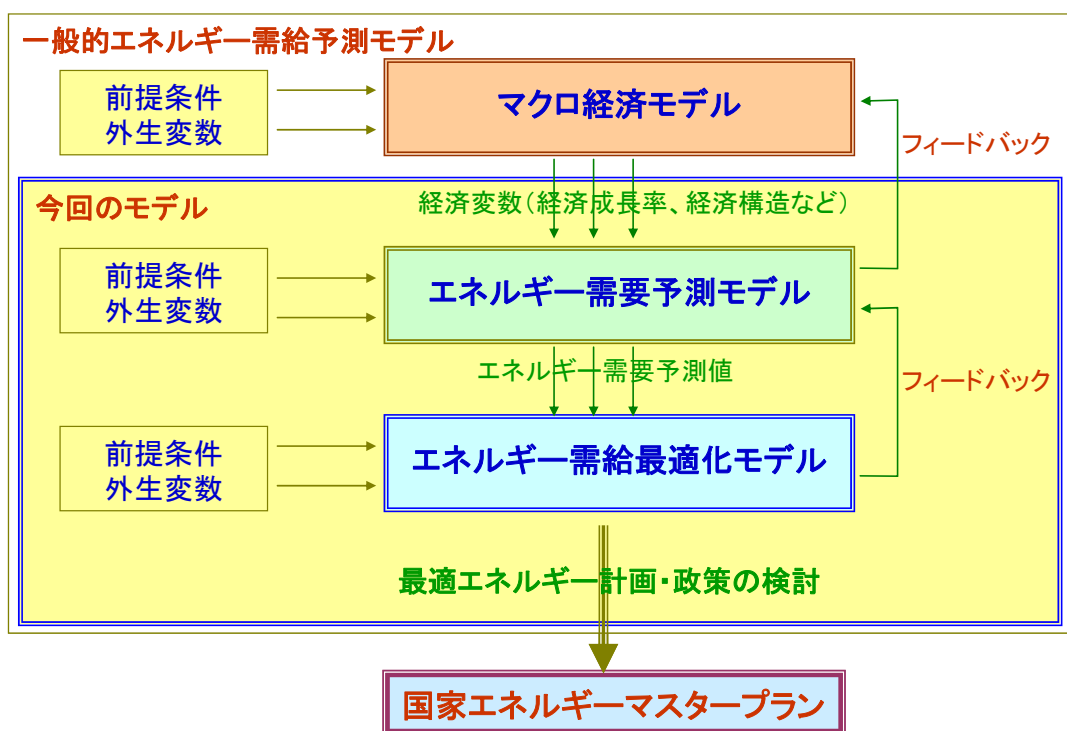


図 12.1-1 エネルギー需給予測モデル

マクロ経済モデルは内外の経済環境や社会経済政策に基づいて経済動向を予測するツールで、そこで予測された経済成長率や経済構造などの経済変数はエネルギー需要予測モデルの与件として与えられる。エネルギー予測モデルは、これらの経済変数とエネルギーを巡る内外の環境やエネルギー政策などを反映してエネルギー需要の予測を行うツールである。エネルギー需給最適化モデルは、エネルギー需要予測モデルで推定された将来のエネルギー需要に対し、各種エネルギーの供給可能性と価格動向、エネルギー政策やその他の前提条件などを勘案して、最適エネルギー供給パターンを計算するツールである。一般にはこの3つのエンジンを用いて、予想される世界のエネルギー動向や内外の政治・経済環境の下での最適エネルギー計画の構築や、そのための各種エネルギー政策の検討が行われている。

エネルギーの供給や消費は経済活動の一環であるから、これらの3つのモデルで検討さ

れる諸活動は本来相互依存的である。たとえば、経済活動が旺盛であればエネルギー需要は増加するが、その結果エネルギー価格の高騰を招くならば、経済活動は抑制される。エネルギー供給が潤沢であれば価格高騰は起こりにくい、エネルギー供給に制約が生じたり、エネルギー供給システムに隘路などがあれば、需要増加の早い段階で価格上昇が起こるだろう。また、これらの動向はエネルギー価格、市場、供給などに関する政策によっても左右される。したがって、理論的にはこれらの3つのモデルは「同時決定モデル」であることが望ましい。

一方、そのような同時決定モデルを作ることは技術的には不可能ではないが、モデルが巨大化し、モデルの各パートの整合性を計るのが困難で、操作性が極端に悪化する。このため、一般には3つのモデルに分けて分析エンジンを組み立てて、利用している。また、エネルギーを巡る活動は経済活動の一部であるとはいえ、エネルギー動向が経済活動全般に及ぼす影響は歴史的に見ても石油危機が発生した特殊な時期を除けば比較的限定されたものである。また、マクロ経済モデルで経済政策全般を検討する際に、重要なエネルギー政策は織り込んでおけば良い。したがって、マクロ経済モデルとエネルギー需要予測モデルとから整合的な解が得られることをモデル構築の段階で十分チェックし、モデルの調整をしておけば、モデル上でフィードバック・ループを組むほどの必要はなく、マクロ経済モデルから需要予測モデルへの流れは一方通行という組み立てで十分所期の目的は達成できる。

マクロ経済モデルとエネルギー需要予測モデルの関係は上記のごとくであるが、マクロ経済モデルの構築は大変な作業で、今回調査の目的ではない。したがって、今回はマクロ経済モデルは構築せず、経済変数の予測値は与件として需要予測モデルに与えることとする。

また、現状ではエネルギーに関するデータや情報が限られているので、上記モデルの作成にあたっては、①需要と供給の両面におけるエネルギーシステムを整合的に表現すること、②モデルの操作性を重視し、簡便化可能な論理は極力簡便化すること、③エネルギーバランス表を作成し、シナリオの差異や政策選択の効果を明示的に表現できること、を目指している。今後、データや情報が充実し、モデル操作の練度が上がっていけば、各エネルギーセクターのより詳細な分析を行うなどの目的に応じてモデルの内容を高度化していけばよいであろう。

## 12.2 エネルギー需要予測モデル

### 12.2.1 需要予測モデルの構造

エネルギー需要予測モデルは、図 12.2-1 のようにマクロ経済ブロックとエネルギー需要ブロックに大別して構成される。

前項で述べたように、本モデルでは基本的に政府発表の経済計画指標や関係省庁などの諸計画に基づく経済変数の予測値を外生変数としてモデルに入力する。それにより、社会経済発展計画や各種の経済政策、産業政策などが反映されるモデルとなる。しかし、後段の需要予測ブロックで必要とされるすべての指標がこのような形で入手できるわけではない。そこで、モデル内で必要とされるこれらの経済変数については、次項で説明するよう

に、モデル内部のマクロ経済ブロックで計算する。例えば、セクター別の GDP やエネルギー消費係数などがこれに相当する。

次に、エネルギー需要ブロックでは、まず、最終エネルギー消費をガソリン、軽油などの輸送用燃料とその他の一般エネルギーに分けて、セクター単位（農業、工業、商業、交通、民生、その他）で予測する。一般エネルギーは電力率を考慮して電力需要とその他のエネルギーの需要に区分する。電力以外のエネルギー需要は石炭、石油、ガス、再生可能エネルギーなどにさらに区分する。一方、電力部門では発電、送電などのエネルギーシステムを考慮して一次エネルギー需要を燃料別に計算し、需給最適化モデルへのインプットとする。エネルギーバランス表は需給最適化モデルで作成する。

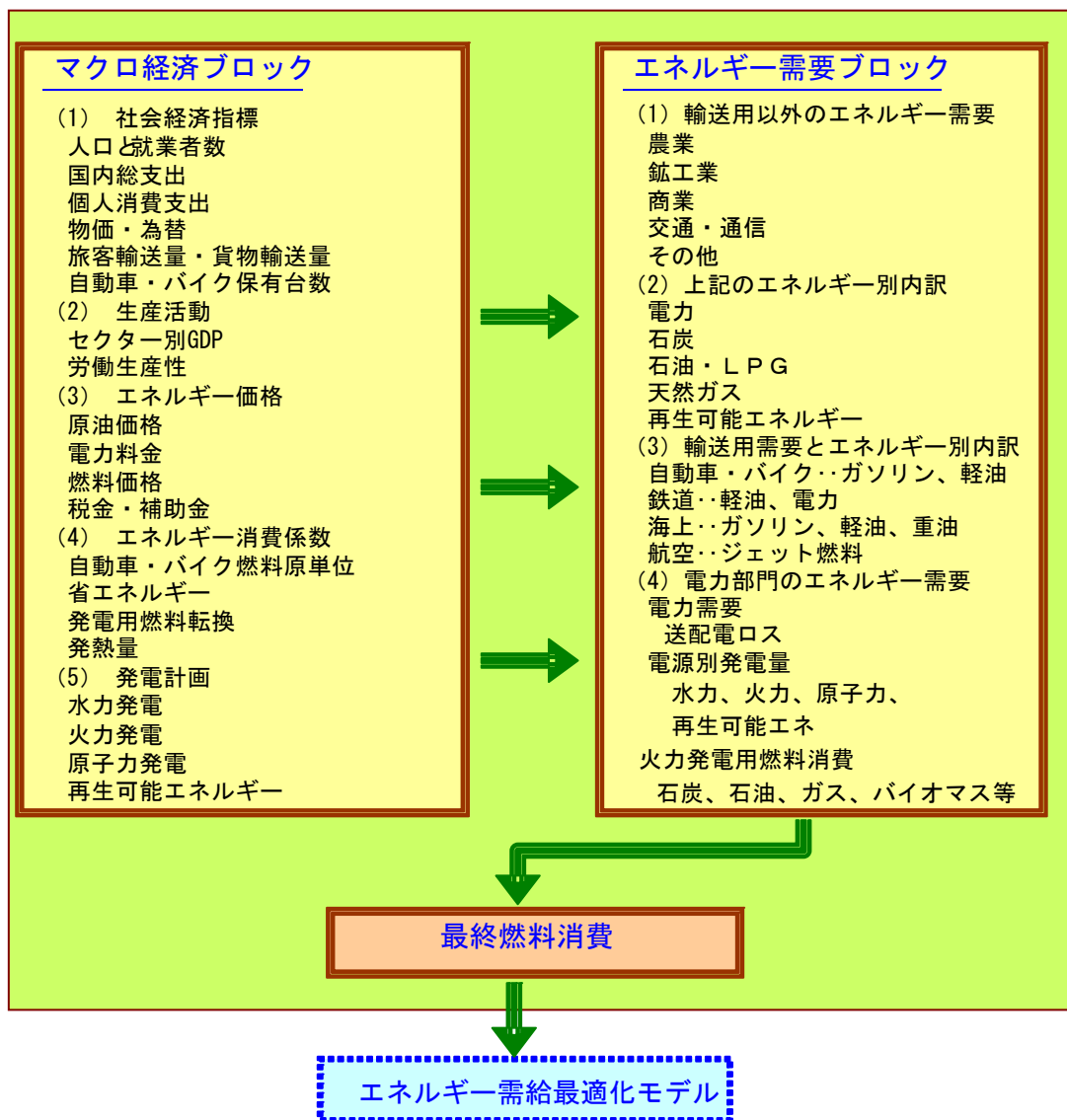


図 12.2-1 エネルギー需要予測モデルの構造

モデルの構築に当たっては、一般的に入手可能なデータをできるだけ使用し、モデルを継続的に運用する上での利便性を高めたい。今回は不足するデータを最低限度補足するためエネルギー需要調査を実施した。これらのデータはベトナムのエネルギー動向を的確に

捕捉するために必要な基本データなので、収集制度を確立し、エネルギーデータベースの拡充を目指したい。特に、飛躍的な経済発展が見込まれるベトナムでは、産業のエネルギー消費構造や国民のライフスタイルの変化、省エネルギー政策などがエネルギー需要動向に大きなインパクトを及ぼすと見込まれるので、その動向を継続的に把握する制度を確立することが望まれる。

### 12.2.2 マクロ経済ブロックでの補足計算

国家エネルギーマスタープランでは、まず社会経済発展計画などを参考に経済見通しの基本項目を設定する。そして、これらの諸計画からは得られないが後段のエネルギー需要ブロックで使用する各種の経済変数については、マクロ経済ブロックで予測値を作成する。たとえば、EDF2050では国際動向や投資動向などから生産要素別国民総生産が推定されているが、需要項目別GDP、すなわち国民総支出は計算されていない。本モデルでは、エネルギー需要の説明変数として国民総支出項目を使用しているため、経済成長シナリオに合わせた国民総支出項目を計算することが必要である。

一般に、経済成長見通しの作成においては主要需要項目、労働生産性、輸出入バランスなどの見通しを先行的に決定し、その後生産要素別国民総生産の推定を行う。このような国民所得統計の予測は「経済活動の調査」、「国内総支出の予測」、「国内総生産の予測」という順で行われる。各工程の調査予測項目は図12.2-2のとおりである。



図 12.2-2 国民所得計算見通し作成手順

ここで、例えば国内総支出項目の予測式としては、以下のような構造式が考えられる。

#### a) 国内総支出 (GDE) の推定式の例

最終消費	最終消費 (前年) x (1 + α x 労働生産性伸び率)
総固定資本形成	貯蓄 + 海外からの直接投資 (FDI) + 海外経常余剰
輸出等	石油・石炭輸出 + その他の輸出等
輸入等	石油製品輸入 + 石炭輸入 + その他の輸入等
統計誤差	β * 統計誤差 (β < 1)
国内総支出	以上の合計 (ただし輸入は引き算)

#### b) 輸出入の推定式の例

原油輸出	原油価格 x (原油生産 + 原油輸入 - 原油国内消費)
石炭輸出	石炭価格 x (石炭生産 - 石炭国内消費)

その他の輸出等	$GDP - (\text{その他の輸出等以外の } GDP)$
石油製品輸入	石油製品輸入価格 $\times$ (石油製品需要 - 石油製品国内生産)
石炭輸入	石炭価格 $\times$ 石炭輸入量
その他の輸入等	$\alpha \times (\text{その他の輸入等：前期}) + \beta \times GDP \text{ 増分}$

本モデルで使用した構造式の詳細については、モデル本体を参照されたい。

### 12.2.3 地域別、セクター別の経済見通し

今回調査では全国を地域別ブロックに分けたエネルギー計画の策定は見送りとなったが、将来そのようなアプローチを行う場合には、地域別の経済変数も予測する必要がある。地域別（北部、中部、南部）やセクター別（農業、工業・建設、サービス）では経済成長率が異なるので、それらを計画に反映する必要がある。

## 12.3 需要予測モデルの機能と構造

### 12.3.1 需要予測モデルの機能

今回調査で使用する需要予測モデルでは予測期間を 2006 年から 2025 年と設定し、モデルは下記のような機能を備えることに留意した。

#### ① 社会経済変化とリンクした需要予測

人口動向、経済構造、経済成長などの社会経済変化を前提とした「リファレンスケース」や「高成長ケース」、「高価格ケース」などのシナリオについてエネルギー需要予測を行う。

#### ② 省エネルギー動向を考慮した需要予測

ベトナムでは、全国で 2006～2010 年ではトータルエネルギー消費の 3～5% (500 万 toe 相当)、2011～2015 年では 5～8% (1,300 万 toe 相当) の省エネルギーを実現することを目標に省エネルギー制度・体制の整備を進めている。これらの活動を定量化し、エネルギー需要予測に反映させる。

#### ③ 価格効果を織込んだ需要予測

原油価格の上昇は、天然ガス価格、石油製品価格の上昇をもたらす。一般的に燃料となる石油製品やガス価格が上昇したとき、エネルギーの節約が行われる（需要への価格効果）。これらのエネルギー価格上昇にともなう節約効果をエネルギー需要予測に反映させる。

#### ④ 新・再生可能エネルギー開発を反映した需要予測

ベトナムではバイオ、風力、原子力などの新エネルギーの開発が進行しつつあるが、これらの開発状況を考慮したエネルギー需要予測を行う。

#### ⑤ 電力部門でのエネルギー消費

電力部門のエネルギー消費は、電力の輸入を考慮したモデルとする。

### 12.3.2 予測式の検定

需要予測モデルは計量経済モデルであり、一般的に回帰式と恒等式の集合体として表現

される。回帰式の選択にはいくつかの統計学的、経済学的な検定が用意されていて、予測式の適合性のテスト（検定）を行う。今回は、以下のテストにより回帰式の採否を判定する。

#### ①需要予測式の評価

- ・決定係数（0.85以上を目標とする）
- ・係数のt-値検定（2.0以上を目標とする）
- ・ダービンワトソン比検定（ $1 < DW < 3$ の範囲以内であることを目標とする）
- ・係数の符号検定（経済原則のチェック）

#### ②マクロ経済予測の評価

- ・実質経済成長率
- ・一人当たりGDP（ドルベース、国際比較）
- ・労働生産性伸び率

#### ③エネルギー需要予測の評価

- ・エネルギー需要伸び率
- ・GDP当たりエネルギー消費（GDP弾性値、国際比較）
- ・一人当たりエネルギー消費

この段階では、特に次のような点に注意しなければならない。

#### ①データの代表性（Representativity）と非斉一性（Hetero-schedasity）

回帰式について得られる統計学的係数は与えられたデータに対して計算されたものであるが、データそのものが含んでいるさまざまな誤差についても検討しなければならない。サンプル数が少なく、あるいは偏っていて母集団の動向を必ずしも代表していないケース、調査方法の変更などでデータの一貫性が確保できないケースなどには十分注意する必要がある。そのような場合は横断的（Cross-section）分析や国際比較などによって分析を補うことが求められる。

#### ②モデルの発散

モデルに用いる予測式については、回帰分析の段階でダービンワトソン比により多重共線性（Multi-colinearity）のチェックを行うが、ときおり予測モデルが発散するようなパラメーターが出てくることがある。このような事態を避けるため、異なる期間を対象に回帰式を計算してパラメーターの安定性をチェックする、回帰式の外挿チェックで予測力をチェックする、モデル全体を動かして解の挙動をチェックするなどの方法により、適切な予測式を選択することが重要である。モデルのパラメーターの大きさは、経験則や技術的分析からもある程度推定できる<sup>50</sup>ので、そのようなチェックも必要である。

#### ③誤差の調整

決定係数がダブルナイン（0.99）のような回帰式においても、推定式による推定値と直近の実績値との誤差が2～3%も生じるような例がある<sup>51</sup>。そのような場合、予測値

50 需要の所得弾性値、価格弾性値や消費原単位、エネルギー効率などから、パラメーターの大きさや符号はある程度推定できる。

51 定義により、決定係数は従属変数の総分散のうち回帰式により説明される分散の比率である。このため、高度成長期のように従属変数が大きく変化するような期間については回帰式の決定係数は高く出る傾向がある。また、ラグ付き従属変数を説明変数に用いる場合には決定係数が高くなるが、②で述べたような予測力が極端にダメージを受けるような場合があるの

をそのまま採用するとかなりいびつな予測結果が出るので、誤差の動向を勘案しながら予測式のパラメーターを調整する必要がある。誤差の調整方法がある程度定義しておく方法もあるが、誤差の原因は異常気象であったり事故であったりと必ずしも一様ではないので、その都度事情を吟味しながら調整するのが適切であろう。

いずれにせよ回帰式は過去の統計値、つまり過去の事象について計算されたものであり、未来は過去のコピーではない。特に、発展段階にあるベトナム経済においては今後経済構造や国民のライフスタイルが急速に変化すると予想されるので、過去を単純に未来に外挿しても、未来を見通すのは難しい。経済の発展段階や構造変化、商品のライフサイクルなど、多面的な分析を行うことが重要である。

### 12.3.3 エネルギー需要予測の論理

エネルギー需要は農業・工業・交通・商業・家庭・その他のセクター別に分けて予測する。本モデルにおける輸送用燃料を除く各セクターのエネルギー需要の予測手順は同じで、以下のとおりである。

$$\begin{aligned} \text{セクターの全エネルギー需要 (TD)} &= f(\text{各セクターGDP と投資}) \\ \text{省エネ前のセクター電力需要 (BE)} &= \text{TD} \times \text{電力率} \\ \text{省エネ後セクター電力需要 (AE)} &= \text{BE} \times \text{電力省エネルギー指数} \\ \text{省エネ前化石エネルギー需要 (BP)} &= \text{TD} - \text{BE} \\ \text{省エネ後化石エネルギー需要 (AP)} &= \text{BP} \times \text{化石省エネルギー指数} \end{aligned}$$

電力率はマレーシア・タイ・インドネシア・フィリピン・日本などの電力率を参考に設定し、省エネルギー指数はエネルギー価格動向や省エネルギー努力目標などを参照して設定される。また、本モデルでは、最初にセクター別のエネルギー需要量（電力＋化石エネルギー）を計算するが、これらの予測ではセクター別の GDP およびセクター別の投資額が説明変数として使用される。セクター別 GDP は当該セクターの生産活動に伴うエネルギー消費動向を説明し、セクター別投資額は当該セクターにおける設備の新增設、更新にともなうエネルギー消費の動向を説明する。一般的に投資額の伸びの高いセクターではエネルギー消費の急激な増加がみられる。先進国においても、エネルギー消費の伸びと投資額の伸びは比例関係にあることが知られている。以上の観察からから、本モデルではセクター別 GDP と投資額を重要なエネルギー需要予測の説明変数と捉えている。

### 12.3.4 エネルギー需要の予測式

本モデルでは、セクター別エネルギー需要  $= f(\text{各セクターの GDP と投資})$  を以下の式により推定する。ここで、 $TD_t$ : 全エネルギー需要、 $P_t$ : 当該セクターの  $t$  年における GDP、 $I_t$ : 当該セクターの  $t$  年における投資額である。

**仮説 1:** セクターの全エネルギー需要をセクターGDP とセクター投資額およびそれらの

---

で、注意を要する。極論すれば、回帰分析は従属変数の変化をいくつかの説明変数の変化の組み合わせで説明しようとするものであるが、回帰分析によって得られるパラメーターが真のパラメーター(説明変数と従属変数の真の関係)を表すという保証はどこにもない。したがって、予測式の採用に当たっては、常に「説明変数と従属変数の本来の関係と論理はどのようなものであるか」ということを念頭に置いた検討が優先されるべきである。状況によっては、回帰分析による予測式を採用するよりも、勇気を持って論理的な式を適用すべきときもある。

エネルギー原単位で表現する。

$$TD_t = a * P_t + b * I_t + c$$

仮説 2: セクター投資は全投資  $V_t$  の伸びに比例する、即ち  $I_t = I_{t-1} * V_t / V_{t-1}$ 。したがって、

$$TD_t = a * P_t + b * I_{t-1} * V_t / V_{t-1} + c$$

仮説 3: 生産の増加は前年の投資額に比例する。  $\Delta P_t = r * I_{t-1}$   $\Delta V_t = V_t / V_{t-1}$

$$TD_t = a * P_t + \Delta P_t / r * \Delta V_t + c = P_t * \Delta V_t * (a / \Delta V_t + b / r * \Delta P_t / P_t) + c$$

仮説 4: 生産伸び率 ( $g$ ) =  $\Delta P_t / P_t$  は、セクター投資の伸び率 ( $I_t / I_{t-1}$ ) に比例し、セクター投資伸び率は、全投資伸び率 ( $V_t / V_{t-1}$ ) に比例する。

$$TD_t = P_t * \Delta V_t * (a / \Delta V_t + b / r * \Delta V_t) = P_t * (a + b / r * \Delta V_t^2)$$

仮説 5:  $b / r$  が小さい値のとき、 $(a + b / r * \Delta V_t^2)$  は  $f(\Delta V_t)$

$$TD_t = P_t * f(\Delta V_t) = f(P_t * \Delta V_t)$$

上記のように、今回のモデルでは各セクターの GDP や投資動向によってそれぞれの部門の需要動向を予測している。ただし、セクターGDP に対するエネルギー消費原単位は、長期的には省エネルギー政策やさまざまな技術革新などにより変化するわけで、上記のような線形モデルではそれらの要素の動向を表現することは難しい。この点をどのように予測に織り込んでいくかについては、常にエネルギー分野の動向をチェックし、モデルのアップデートと改善を図ることが望ましい。

### 12.3.5 消費関数論と需要予測式

本モデルでは、前項で説明したような需要予測式を採用しているが、今後、モデルの改善や短期モデルの構築などを目指す上でのポイントについて若干触れておきたい。

エネルギーはあらゆる経済活動において消費される。エネルギーの消費形態や消費率はセクターにより千差万別であるが、エネルギー消費が多量でそのコストが強く意識されるようなエネルギー多消費型産業における消費動向と、総コストに占めるエネルギー比率の低い産業や一般家庭などでのエネルギー消費動向とはかなりの差がある。ただし、共通して言えることは、エネルギーの消費にはかならずエネルギーを消費する設備や器具（工場、自動車、厨房、風呂、エアコンや電気器具など）がなくてはならないということである。すなわち、エネルギーを使用する設備や器具が設置、購入された段階で、工場や家庭でのエネルギー需要はかなりの程度ビルトインされる。

家計部門の消費動向を論じる消費関数論では恒常所得 (Permanent Income) や流動資産 (Liquid Assets) の多寡と価格動向とが消費水準を定義すると論じられるが、エネルギー需要の場合には上記のような消費水準のビルトインと歯止め効果 (Ratchet Effect) があることを念頭においておくことが肝要である。その上で、エネルギーコストが強く意識されるエネルギー多消費型産業では、エネルギーの需要量やエネルギーソースの選択において



価格が強く作用するだろう。他方、総コストに占めるエネルギーコストの低い産業ではもっと優先して検討すべき他の課題があつて、エネルギーの消費パターンは新製品の製造や、店舗の新增設など、エネルギー以外の要素で決まることが多い。一般家計においては、まず生活水準の向上が強く意識されて、①所得効果はある程度高い、②歯止め効果は強い、③価格効果はあまり高くない、というのが一般的な特徴である。自動車やエアコンの購入時にエネルギー効率がある程度は検討されても、エネルギー効率が機種選定の第一理由になるということはずまない。エネルギー需要は設備建設や機器の購入によりビルインされ、その際にエネルギー効率が必ずしも設備設計や機器選定の第一理由にはならないことは、特に省エネルギーを考える上で意識しておかねばならない点である。

このような特徴と所得効果や価格効果の浸透速度への考察を組み合わせた一般的な消費関数として、ラグ付き従属変数を用いた次のような関数を使用されることが多い。

$$C_t = aC_{t-1} + bY_t - cP_t + d$$

ここで、 $C$  は消費需要、 $Y$  は所得、 $P$  は価格である。

$Y$  は所得の多寡が消費に及ぼす影響を説明する変数であるが、一定期間の所得の慣性を代表する恒常所得や耐久消費財購入時の手元資金の多寡という意味で貯金などの流動資産額を適用するなどの議論がある。ただ、消費関数は一般的には安定した関数であり、また、長期的には GDP や家計所得が恒常所得や流動資産を代表すると見ることができるので、このような議論にあまりこだわることはない。むしろ、家電製品や自動車などの耐久消費財で普及率曲線 (Logistic Curve) が問題となる場合、あるいは、家庭におけるエネルギー源の選択 (薪・炭⇒灯油⇒ガス・電力) のように上級財と劣等財という選択が存在するような場合には、パラメーター  $b$  を非線形で表すような工夫が必要となる。

次に、上記の式で  $1/(1-a)$  は需要の調整速度、 $b/(1-a)$  は長期の所得効果、 $-c/(1-a)$  は長期の価格効果と定義される。例えば、 $a=0.7$  の時には需要の調整速度は  $1/(1-0.7) = 3.3$  で、年次モデルであれば所得や価格の変動に対する需要の調整に 3 年程度かかるという計算である<sup>52</sup>。ただし、前述のようにラグ付き従属変数を用いる際にはモデルが発散するリスクがあるので、今回のモデルでは極力それを避けて、前項で説明したような予測式を使用している。

## 12.4 モデル開発と利用手順

本モデルの構築に当たっては、モデル開発エンジンとして日本エネルギー経済研究所で開発し、途上国などに無償供与している「Simple.E」を用いている。モデルは以下の手順で構築され、シミュレーション、解析、需給最適化モデルへのデータの引継ぎなどの機能を有している。

### ①モデル構造記述の手順

52 このような手法を用いて、たとえば IEA では、石油需要の所得弾性値は短期では 0.09、長期では 0.48、価格弾性値は短期では -0.15、長期では -0.44、また、電力需要については、所得弾性値は発展段階によって大きく異なり、長期で 0.4~1.3、価格弾性値は長期で -0.01~-0.14 という試算を出している。(IEA World Energy Outlook 2006 第 11 章)

- データの入力
- モデル構造の記述
- シミュレーションエリアの確保
- ②テストとシミュレーションの手順
  - データの整合性チェック
  - 回帰分析の計算とテスト
  - 予測値計算
- ③予測結果の解析手順
  - 需要予測式の全体評価
  - マクロ経済予測値の評価
  - エネルギー需要予測値の評価
- ④データの引継ぎの手順
  - 要約表の作成
  - 報告書用テーブルの作成
  - 最適化モデルへのデータ引渡し

#### 12.4.1 Simple.Eにおけるシートの機能と役割

今回のエネルギー需要予測モデル構築では Simple.E を使用し、1つのブックが7つのシート（Power sheet、Data sheet、Model sheet、Simulation sheet、Growth rate sheet、Share sheet、Summary sheet）で構築されている。Data sheet、Model sheet、Simulation sheet は Simple.E によって用意される sheet であるが、それ以外にはモデルの前処理としての Power sheet、モデルの後処理としての Growth sheet、Share sheet、Summary sheet がある。それぞれのシートの機能と役割は、表 12.4-1 のとおりである。

#### 12.4.2 予測されているセクターとエネルギー

モデルで用意されているセクターおよびエネルギーの種類は以下の通りである。

##### a)セクター分類

以下の部門を設定し、電力・エネルギー消費の予測をおこなう。

- ①農業部門（Agriculture）
  - 農業、林業などエネルギー消費を予測する。
- ②軽工業部門（Light-Industry）
  - 電子、機械、自動車などの組み立て産業や設業などのエネルギー消費を予測する
- ③重工業部門(heavy-Industry)
  - 鉄鋼、化学、製紙、窯業などの重化学工業のエネルギー消費を予測する
- ④輸送部門（Transportation）
  - 貨物輸送、旅客輸送部門、自家用自動車のエネルギー消費を予測する。
- ⑤通信とサービス（Commercials & Service）
  - 通信、サービス、公務部門のエネルギー消費を予測する。
- ⑥家庭部門（Residential）
  - 家庭でのエネルギー消費を予測する。

表 12.4-1 モデルのシート別機能と役割

シート名	機能と役割
Power Sheet	将来の電源開発計画の入力 火力発電機器の発電シェア関数の入力 発電機別発電能力の計算 発電機別ロードファクターの入力 (本シートへの入力データは、電源開発計画の計算結果を入力することにもなり、本モデルと電源開発計画モデルとは、同時解を求めることにもなる)
Data Sheet	人口、経済、エネルギー価格、エネルギー消費実績などの社会経済データの実績値の入力 上記変数について、将来計画値、政策値、または、これらの伸び率の入力 経済、エネルギーデータなどの必要な合計値、過去の評価基準などの計算データ変数名、コメントなどの入力
Model Sheet	モデルで使用されるデータの加工 構造式の構築(恒等式と回帰式) 回帰式の評価
Simulation Sheet	モデルで使用されている実績データの表示 予測結果と計算式の表示
Growth Rate Sheet	年伸び率および平均伸び率の表示 弾性値の表示
Share Sheet	GDE項目およびGDP項目のシェア エネルギー別需要のシェア 発電用燃料のシェア 一次エネルギー需要シェア
Summary Sheet	セクター別電力需要 最終エネルギー需要 一次エネルギー需要

⑦その他 (Others)

分類不詳のエネルギー消費を予測する。

⑧発電部門 (Power)

発電量、送配電ロス、発電用燃料を予測する。

b) 予測対象のエネルギーの種類

モデルで予測を行うエネルギー需要（最終エネルギー需要と電力部門での燃料消費）は、以下のとおりである。

表 12.4-2 予測されるエネルギー

Energy	Final Demand	Power Generation
Coal	Yes	Yes
LPG	Yes	
Gasoline	Yes	
Jet Fuel	Yes	
Kerosene	Yes	
Diesel Gas Oil	Yes	Yes
Fuel Oil	Yes	Yes
Natural Gas	Yes	Yes
Non-commercial Energy	Yes	



## 第 13 章 エネルギー需給最適化モデル

### 13.1 需給最適化モデルの開発目的

エネルギー需給最適化モデルの目的は、論理的に正しく、エネルギー間の整合性のとれたエネルギー需給バランスを算出することである。このモデルで使う需要量は需要予測モデルによる予測のアウトプットで、モデルにはインプットデータとして与えられる。エネルギー需給最適化モデルは、こうして与えられた需要を満足し、総コストを最小にするには、各種エネルギーをどのような組合せで供給するのが最適かを決定する。最適化の手法としては線形計画法(LP: Linear Programming)を使用している。

さらに、このエネルギー需給最適化モデルは前提条件を種々に変化させた場合各エネルギーのバランスがどのように変化するかを検討する為のツールとしても利用する。そのような比較検討を簡単に行うため、モデルの計算結果をサマリーシートとしてアウトプットするよう設計されている。

### 13.2 需給最適化モデルの概要

#### 13.2.1 モデル構築の方針

まずエネルギー需給最適化モデル構築に当たり基本となる枠組みを定めなければならない。今回の構築で大きな枠組みは2種類ある。最初はベトナム1国を単位とするか、地域毎に分割するかということである。次は投資問題をモデルでどう取り扱うかである。

##### 1) 1国モデルか分割モデルか

ベトナムは南北に長く北部と南部とでは経済状況も資源賦存状況も異なる。現状を忠実に反映するには事情の異なる地域を分割し、地域間のエネルギーの授受をモデルに組み込むことが重要な要素となると考えられる。しかし、地域分割する場合には下記のような問題が生じる。そのため、今回はプロジェクトの目的や時間的制限等に鑑みて全国1国モデルを構築した。

- ①本モデル構築の目的はベトナム国の今後20年間のエネルギーマスタープランを作成し、将来についての示唆を得ることであり、目先の運営を細かく計画することではない。
- ②エネルギー需給最適化モデルを構築するには非常に多くのデータ(30種以上)を準備する必要がある。これらのデータはいずれも将来時点における供給や価格などの各種条件に関するもので、1国全体モデルの場合でもデータの入手、作成にはかなりの困難が予想される。ベトナムにおける統計データの整備状況等を考慮すると、地域分割モデルとする場合にはデータ入手面で格段の困難が生じると予想される
- ③仮にモデルを3地域に分割した場合には、単純にモデルの規模が3倍になるだけでなく、各エネルギーの地域間輸送が加わるので、モデルの規模は3倍以上になる。1年だけを対象にしたモデルでも、モデル構築のツールであるGAMSの正式版が必要で、Student版では扱うことは不可能になる。これまでC/PはLPを用いたエネルギー需

給モデルについては未経験であるので、技術移転も今回のミッションの目的の一つである。従って、モデルの規模を student 版でも扱える程度に一定規模以下にすることは、技術移転を効果的に進める上でも有効である。

## 2) 投資問題の取扱い

長期計画を論じる場合には、プラントの新增設投資を何時どのような規模で行うかが常に問題となる。投資の時期と規模の両方を現実即した形で LP モデルに決定させることは論理的に極めて困難である。「投資金額は新プラントの稼働に比例する」というような仮定を置くことが許されれば、純粋の LP モデルでも投資の規模とタイミングを決定することができよう。しかし現実には、一定規模のプラントの建設がある時期に実行され、投資はその年から発生し、投資金額はある期間にわたって原価償却の形で総コストに算入される。この論理をそのまま忠実にモデルに反映するには、規模はデータとして与え、年別に建設をするか否かを示す 0-1 整数変数をモデルの中に導入しなければならない。0-1 整数を導入し、混合整数 LP モデル (Mixed Integer Programming : MIP) として構築すれば、最適解を得ることができる。しかし、この場合もプラントの規模やコストは与件として与えなければならない。また、MIP モデルを扱うには LP 手法について相当な経験を必要とするので、LP 初経験の C/P にこのようなモデルを紹介しても消化不良になることも危惧される。

この問題への対応策としては、次のような手法がある。予めプラントの規模と建設時期を前提条件として与え、その条件の下で最適解を求める。そして、そのようなケースを複数計算してみて、その中から最も有利なケースを選定することが出来る。このように最適化手法とシミュレーションとを組み合わせることによって、より簡単なモデルでも投資問題を扱うことができる。

以上のように、今回のモデル開発にあたっては 1 国全体を対象とし、新規プラントの投資問題は直接モデルの中では扱わないこととし、純粋な LP モデルとして構築することとした。

### 13.2.2 モデルの対象

#### 1) 対象エネルギー

本エネルギー需給最適化モデルの開発目的はベトナム国のエネルギーマスタープラン策定に供することにあるから、基本的には同国で使用される可能性のある全てのエネルギーが対象となる。モデルでは、具体的には次のような合計 36 種類のエネルギーを対象として組み込んだ。

- ・原油：国産原油（バクホーとスツデン、  
          輸入原油（ドバイ、スマトラライト、アラビアンライト、アラビアンヘビー）
- ・石炭：国産炭と輸入炭
- ・天然ガス：国産天然ガスと輸入天然ガス（PNG、LNG）
- ・石油製品：LPG、ガソリン、灯油、軽油、重油
- ・電力
- ・その他：石油関連の中間製品や副生品、石油化学製品の一部

#### 2) 対象設備(エネルギー転換プラント)

本モデルでは製油所、選炭プラント、ガスプラント、火力発電所をエネルギー転換プラントとしてモデルに組み込んだ。

#### ①製油所

製油所は常圧蒸留装置、減圧蒸留装置、改質装置、分解装置、脱硫装置等の一連の設備群で構成されている。これらの設備群が1セットになって1製油所を構成する。本モデルでは現在建設中のNo.1プラント、設計中のNo.2、構想中のNo.3、仮想のNo.4、No.5、No.6を組み込む。設備の個数は合計で45個である。

#### ②選炭プラント

選炭プラントは選鉱、洗浄により高品質、中品質、低品質の石炭を分離する。

#### ③ガス処理プラント

ここでいうガス処理プラントは、ガス田で採掘され、陸上まで輸送されたガスをコンデンセート（C5+）、LPG（C3、C4）と天然ガス（C1、C2）に分離する設備をいう。

#### ③発電所

発電所は使用燃料を基準にしてタイプ別に8種類に分類する。

水力発電所、国産石炭発電所、輸入石炭発電所、ガス発電所、重油発電所、ディーゼル発電所、原子力発電所、再生可能エネルギー発電所

### 3) 対象期間

マスタープラン作成対象期間に合わせて2005～2025年の21年間である。

### 4) 決定すべき項目

この項目はモデルの中では変数と呼ばれ、モデルはこの変数を総コストが最小（最適）になるように決定する。実際には、上で定義した各エネルギーの毎年の生産、消費、輸入、輸出量とコストを決定する。このモデルで算出される各エネルギーの消費量は各プラントにフィードされるエネルギーの量と直接最終消費に回る量の合計である。

### 5) 目的関数

リファレンスケースなど標準的な検討では、対象期間中の総コストを2006年の現在価値に換算し、目的関数としている。必要に応じて他の基準を設定することが可能である。

## 13.2.3 エネルギーフロー

### 1) エネルギーフロー図

エネルギーフローはエネルギー需給最適化モデル構築にあたっての基礎資料であり、ベトナム国の現在並びに将来のエネルギーフローを表現している。ただし、モデル簡素化と理解のしやすさを考慮したものである。各エネルギーは鉱山や油田から生産されて色々な経路を経て最終的に消費者に届けられる。この流れを示したのがフロー図であるが、全てのエネルギーのフローを1枚のフロー図では書ききれないので、**図 13.1-1～図 13.1-4**に分けて、階層的に示す。

**図 13.1-1**はこの最適化モデルにおける全体のフローを表している。この図に示すように、需要量は本モデルとは別の需要予測モデルで予測したデータをインプットデータとして使用している。**図 13.1-1**のRefineryの部分は、モデルの中ではNo.1～No.6の6つの製油所で構成されている。**図 13.1-2**は現在Dung Quatで建設中のNo.1製油所のフローを表したものである。**図 13.1-3**はNo.3～No.6の仮想的な石油精製フロー図で、輸入原油を

フィードとした仮想のプラントである。

図 13.1-4 は石炭、天然ガスおよび火力発電所を含んだフロー図である。図 13.1-4 に示すように、生産された国内炭は、品質別に選鉱され、高品質の PCI 炭は（日本へ）輸出され、中・低品質の石炭は石炭発電所と最終消費者とで消費される。一方、天然ガスはガスプラントで最終的に天然ガス、LPG、コンデンセートに分離される。このうちの天然ガスがガス火力発電所と最終需要家で消費されるフローになっている。

もちろん今後の検討次第では、投入・産出エネルギーの種別や変換プラントの構成が変更となり、それぞれのフローは修正、変更される可能性がある。その場合は、変更に即してモデルを

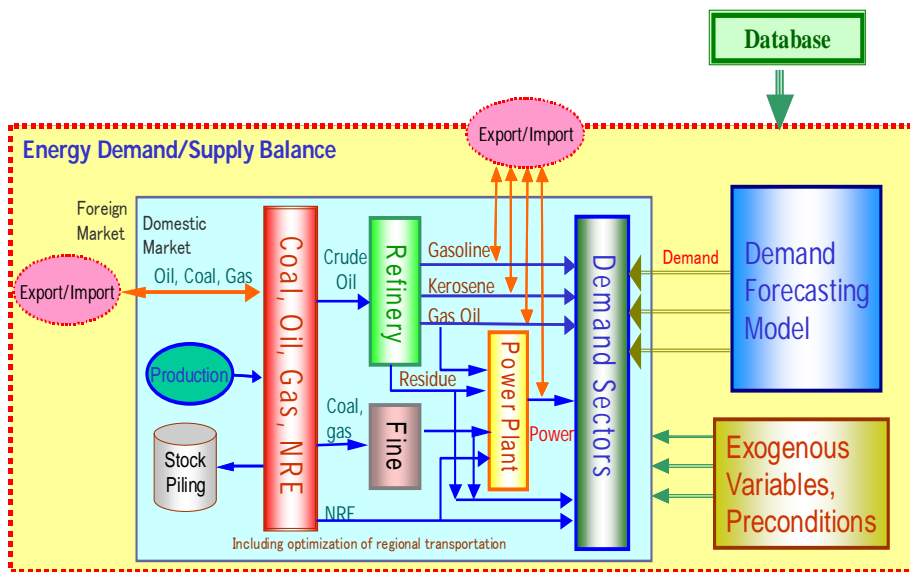


図 13.1-1 需給最適化モデル全体フロー図

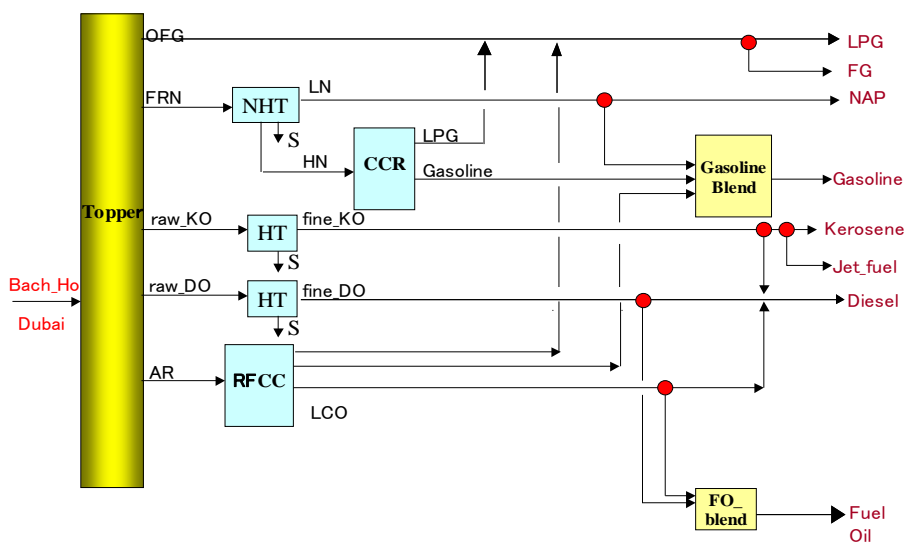


図 13.1-2 No.1 製油所フロー図



修正することになる。

## 2) 特殊処理

本モデルでは、モデル上の扱いを単純化するため、個々のエネルギーの取扱いについて以下のような特殊処理を行っている。

- ①RFCC から生成されるはずの PP は、目下のところ PP として扱う計画がないので、ガソリンと軽油に 50%ずつ分配する。
- ②精製過程で生成される BTX はすべてガソリンに転化する。
- ③ガス処理プラントから出てくるコンデンセートはすべてガソリンに転化する。
- ④Bitumen はトッパーからでてくる Residue を減圧蒸留した後に生成されるはずであるが、フローの単純化のために RFCC から直接生成されるとし、最終的に正規のルートで生成される量にあうように原単位を調整している。

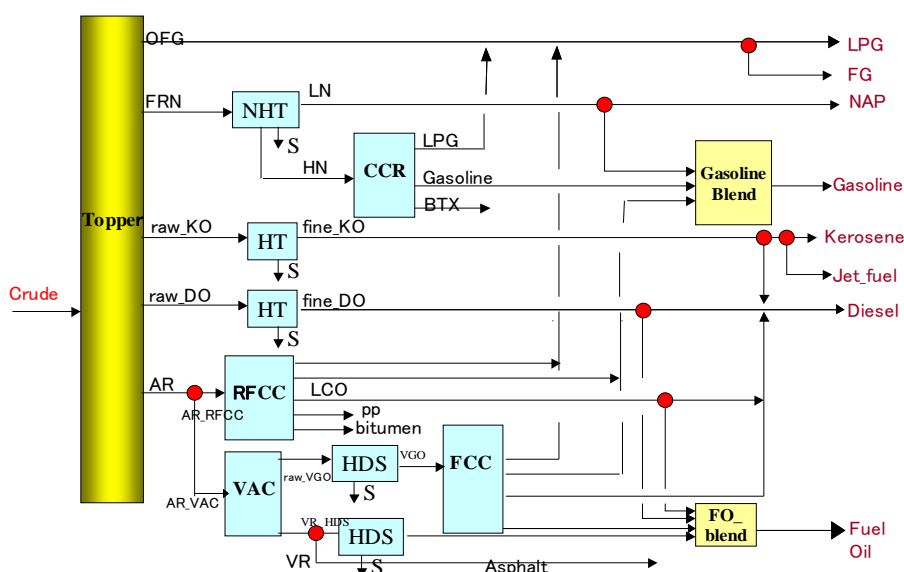


図 13.1-3 No.3 以降の仮想製油所フロー図

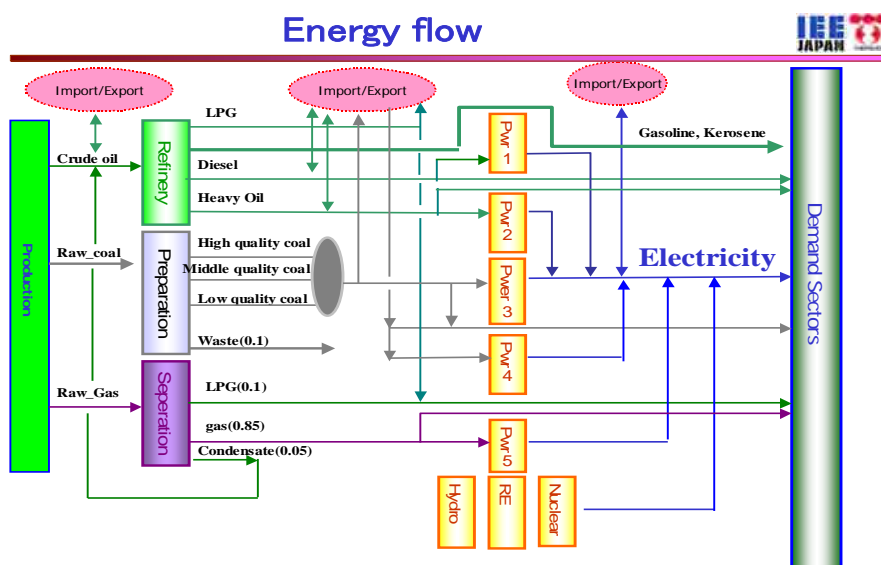


図 13.1-4 石炭・ガス・電力のフロー図

### 13.2.4 基本的な制約式

フロー図ではエネルギー間の関係が図示化されているが、LP手法を適用するためにはモデルの中でこれらの関係はすべて1次式の形式で表現しなければならない。さらに各種の制限（設備の容量制限等）もすべて1次式で表現しなければならない。この1次式を制約式と呼び代表的な制約式は次のとおりである。

- ①トッパーからの製品生産量 = 収率 \* 原油フィード量
- ②トッパーのフィード量（原油の消費量） ≤ トッパー容量
- ③No.1 トッパーへの国内原油の量 ≥ 全体のフィード量 \* （輸入原油比率）
- ④No.2 トッパーへの国内原油の量 = ドバイ輸入原油のフィード量
- ⑤火力発電所                   :   燃料消費量 = 発電量 \* 860 / （燃料の発熱量 \* 熱効率）
- ⑥バランス式の原則       :   生産量 + 輸入量 = 消費量 + 輸出品
- ⑦石油備蓄                   :   備蓄量 = 石油消費量 \* 備蓄日数
- ⑧CO<sub>2</sub>総排出量 ≤ 最大許容量

### 13.2.5 入力データ

本モデルで扱うデータは約30項目で、EXCELの1ブックに納められている。

データの項目は1シート1項目である。代表的なインプットデータの項目には次の様なものがある。データは全て年別である。

1次エネルギーの生産量の最大、エネルギー別の需要量、輸出入量の最小最大、プラントの技術情報（容量、収率、熱効率）、燃料の特性（発熱量、比重）、発電所別の発電量並びに燃料消費量、石油備蓄日数、コスト関連（生産コスト、輸出入価格、プラントオペレーションコスト）、為替、金利、今後モデルの変更によりこれらの入力データも変更される可能性がある。

ベースモデルで入力するデータうち、今後21年間の輸出入量の上下限値の設定では、今後は需要が大きく伸びる一方供給は不足となる見込みなので、輸入量上限を低めに設定すると infeasible となる可能性がでてくる。このため、最初は輸入量をは大きく設定して infeasible となる可能性を減らし、解を見て、輸入量が異常に大きくなっていたら、その原因を解析し、対策を考えることとしている。

このように、初期段階では、モデルから合理的な解が安定して得られるようになるまで、前提条件や目的関数の設定の仕方を調整していくことが必要である。

### 13.2.6 出力データ表

GAMSからはテキストファイルが自動的に作成され、基本的にはこの中に全ての情報が格納されている。このファイルは非常に大きく整理もされていないので、これを使って計算結果を解析するには適切ではない。このため、本モデルでは15種類以上の出力データ表が自動的に作成される機能が付加されている。

代表的な出力表は次のとおりである。

- ①エネルギー・バランステーブル（エネルギー分野で利用されている代表的なテーブル）
- ②ケース比較表（各種ケーススタディの比較用）
- ③石油精製製品表（すべての精製プラントから生成される製品の生産量、原油消費量）

- ④電力表（各発電所からの発電量ならびに最大発電容量、燃料消費量、技術データ）
- ⑤輸入一覧表（輸入された全品目の輸入量リスト）
- ⑥各変数の最小最大（解のチェックや infeasible 原因探索に有効）

これらに加えて、検討作業用ワークシートとして、共通、石油ガス、電力、石炭・再生可能エネルギーのサマリーシート 4 種類をモデルでは出力する。これらの出力表の一部を参考資料として巻末に掲載してあるので、参照されたい。ただし、多くのシートは 21 年分をカバーしていてアウトプットとして印刷するには適さないので、PC 上で参照されたい。

### 13.2.7 モデルサイズと計算時間

LP モデルの規模は通常変数の個数並びに制約式の個数で表現する。現段階では 21 年間合計で変数は 3,100 個、制約式は 2,600 式程度である。ただし、これもフローを変更したり新規のプラントを導入したり、エネルギーの種類を増やすとすぐに大きくなる。

21 年を一挙に計算しても実行時間は 1 秒以下である。この計算時間は制約が複数年にまたがったり、強い制約（例：CO<sub>2</sub> Emission）がかかると時間がかかるが、今回のモデルでは分のオーダーにはならない見込みである。

### 13.2.8 モデル構築のツール

モデル構築の基礎となっているのは LP（Linear Programming：線形計画法）と呼バレル理論である。この手法では制約式、目標関数はすべて線型形式で表現され、制約式を満足する解のうち、目的関数を最大又は最小となる解を最適解と称する。得られた解は数学的に必ず最適解の保証があるという特徴がある。非線型モデルの場合は、必ずしも数学的な最適の保証はない。

モデル構築用ツールとしては GAMS というモデリングソフトを利用している。GAMS は General Algebraic Modeling System の略称で、アメリカの GAMS 社の製品で正規版は正式に契約をしなければ利用することができないが、同社からフリーソフトウェアとしてデモ版（または Student 版）を自由に入手できる。正規版ではモデルの規模の制限はないが、デモ版では変数の最大個数が 300、最大制約式が 300 までである。この需給最適化モデルは 1 年だけを対象にすれば、デモ版で実行させることができるように設計した。これは技術移転を容易にし、カウンターパートの習熟を早める効果を目的としている。

また、インプットデータは EXCEL で作成される。1 シートに 1 種類のインプットデータを割り当てていて、合計 36 シートある。GAMS は直接には EXCEL のブック形式を扱うことができないので、1 シートずつ CSV（Comma Separated Value）形式ファイルにしなければならない。EXCEL ブックにマクロを作成し、1 クリックで 1 シートに 1 CSV ファイルが自動的に作成できるようになっている。

また、アウトプットも GAMS で 10 種類以上のアウトプット表を CSV 形式で作成するようにしてあるので、EXCEL で容易に見ることができる。以上の関係を図に示したのが図 13.1-5 である。

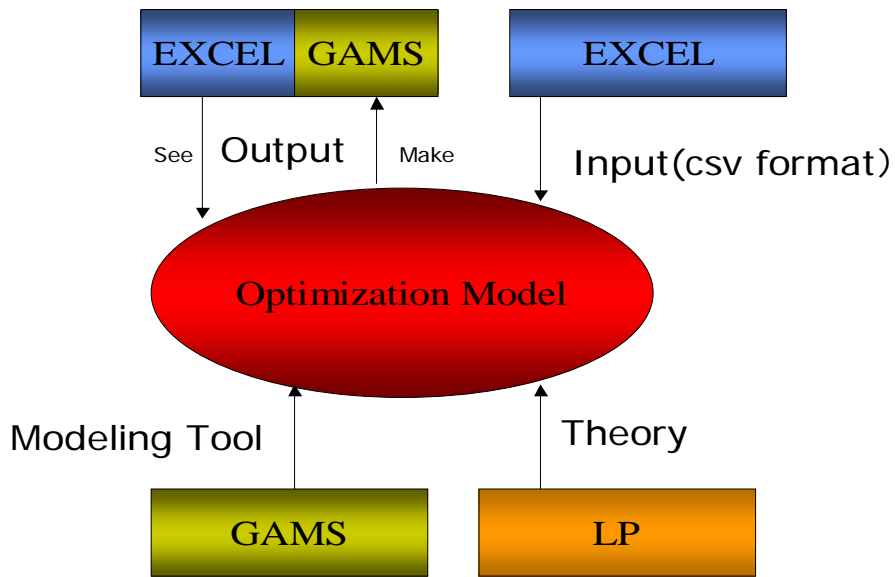


図 13.1-5 モデル構築ツール

### 13.2.9 システムブロックフロー

予測モデルからデータを受けて最終の結果を得るまでのシステムフローを、図 13.1-6 に示す。

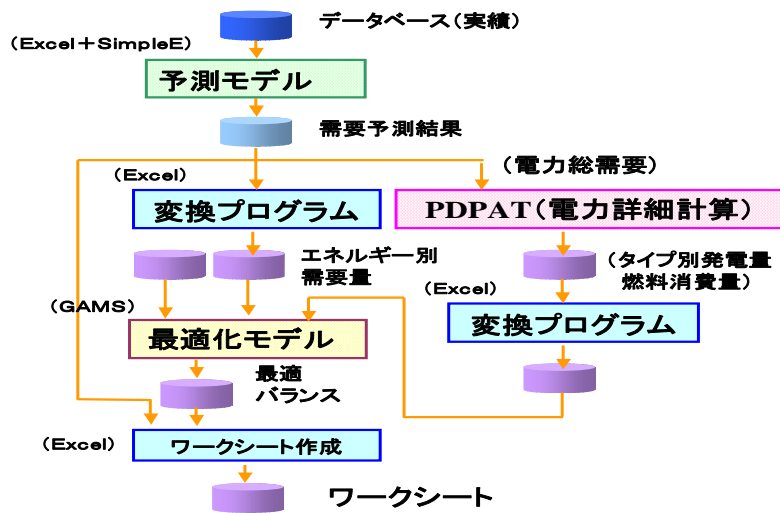


図 13.1-6 システムフロー

## 13.3 エネルギー需給最適化モデルの機能

エネルギー需給最適化モデルは次のような機能を有している。

### 13.3.1 作成される情報(主機能)

①与えられたエネルギー別・年別需要量を満たす、各エネルギーの論理的に正しい需給

バランスを算出する。例えば、

- ・各製油所の各設備の原料フィード量や製品生産量
- ・製造された石油製品を他の製品へと転換する量（例：灯油からジェット油、軽油）
- ・各エネルギーの輸入量や輸出量

②最小の総コスト（2005年の現在価値に換算）

### 13.3.2 サービス機能(利用者の便宜のための機能)

③入力された各種データを GAMS が取り扱える CSV ファイル形式に自動変換（EXCEL マクロ）

④最適解を種々の形式の表として作成（GAMS で作成）

⑤検討用に 4 種類の作業シートを作成（EXCEL）

### 13.3.3 GAMS が本来持っている機能

⑥モデルの全ての情報を含むファイルを作成（拡張子が lst のテキストファイル）

この lst ファイルには、次の情報が格納されている。

- ・モデラーが作成したオリジナルプログラム
- ・インプットデータ
- ・展開された制約式
- ・モデルの諸統計（モデルの規模、計算時間等）
- ・解情報

⑦プログラムの文法エラーの指摘

⑧Infeasible の原因と思われる箇所の指摘

⑨Infeasible の個数

⑩作成されたアウトプットファイル名

なお、本エネルギー需給最適化モデルの操作方法の実際については別途用意したマニュアルを参照されたい。



## あとがき

本調査では全エネルギーセクターを網羅する総合モデルによりベトナムの長期エネルギー需給予測を行うことと、モデルによるさまざまな検討をもとにベトナムの「国家エネルギーマスタープラン」の雛形を提示することを目指した。2年近くに及ぶ作業を振り返ってみると、一応当初の目的に沿った成果物を作成することはでき、第3部で説明したように今後のエネルギー政策における重点課題を抽出し、対応策検討の方向も示すことが出来たと考える。しかし、内容についてはまだまだ改善すべき点が多い。今後ベトナムの人たちの手でテストが繰り返され、改善が図られることを希望する。そのためのヒントとして、幾つかの点をここに書きとめておきたい。

### 分析の進め方について

2008年1月に本報告書の原型であるドラフトファイナルレポートを報告した際には、さまざまな質問やコメントが提出され、しっかりしたマスタープランを構築するためにさらなる検討、研究を行うべきとの意見が多く聞かれた。調査団も追加研究や改善は必要と感じており、そのテーマは概ね次のようなカテゴリーに分類できると考える。

カテゴリー1：総合エネルギー計画に織り込むべき重要な要素や前提条件、シナリオとそれらの効果についてのさらなる検討。

カテゴリー2：セクター別のエネルギーの需要、供給に関するより詳しい分析。このような研究はセクタープランの重要な要素であるとともに、総合エネルギー計画の一翼を担うものでもある。

カテゴリー3：セクタープランの裏付けとなるような、さまざまなテーマに関して深く掘り下げた研究

カテゴリー1に分類される課題は、本調査の趣旨である「各エネルギーセクターの計画の上位に位置する総合エネルギー計画の作成」という目的達成のための重要なファクターであり、最終報告書の編集においてもできるだけ内容の充実を図った。一方、本調査の前提条件をセットした2007年10月以降に生じた世界経済やエネルギーをめぐる環境の変化、たとえば世界の金融不安、原油価格の高騰などの影響についての分析は、時間的に本報告書に盛り込むことはできなかった。また、カテゴリー2やカテゴリー3に分類される検討は「次の段階の作業」と考える。これらのテーマについては今後ベトナム側でさらなる検討を実施されるものと期待するが、われわれもできるだけだけの支援は提供していきたい。

### 分析ツールについて

分析ツールとしてはエネルギーデータベース、エネルギー需要予測モデル、エネルギー需給最適化モデルを作成した。

第一に、データは全ての分析の出発点である。データベースとしてデータの入れ物はできたが、その中に質の高いデータをどのようにして入れるかはこれからの課題である。世界的に省エネルギーが重要な政策課題になるなか、今後はかなり詳しいデータの収集が必要になるだろう。そのような作業を所管する組織の創設と、それに協力する社会を構築す

ることが必要である。ベトナムではデータが個人や企業の私物であるという気風が強い。しかし、より良い社会や市場を構築するにはまずデータが必要で、その意味ではデータは社会的財産でもある。企業の知的財産権の保護は前提としつつ、「きちんとした透明なデータを定期的に社会に提供することは市場参加者の義務である」ということを市場設計の基本におき、社会がデータを共有する体制を築くことが必要である。

第2に、エネルギー需要予測モデルは、一応、全エネルギーセクターを網羅する形で完成した。しかし、十分なデータがないこと、過去のデータだけで将来を予測するのは困難なことなどの問題がある。モデルはトップダウン型のマクロ分析が中心で、完結したモデルを構築することを大前提に作業を進めたため、ややモデルが大きくなったきらいがある。モデルの慣らし運転と調整の時間が十分に取れなかったが、操作性の点ではダウンサイジングを図ることが望ましい。

一番の課題は今後の産業構造の動向や各分野におけるエネルギー需要の動向をもっと精緻に捉えることである。例えば、工業団地ごとの業種編成まで掘り下げた積み上げ型のミクロ分析を加えたり、耐久消費財や自動車の普及などについてはサブモデルによる分析で検証を行うなどにより、論理や精度の向上を図ることが望まれる。特に、産業用エネルギー需要の大きな部分を占める鉄鋼やセメント、化学、紙パルプなどのプラントは大規模で、プラントの新增設とともに需要は階段状に増加するので、積み上げによる需要想定は重要な手法である。また、ベトナム社会が将来の交通システムやライフスタイルをどのように設計するかもエネルギー需要動向に大きな影響をもつファクターである。モデルがこのような課題をもつことを含んで、不断の改善を図ることが望まれる。

第3に、需給最適化モデルはPDPATを使用する電力ブロックと、電力ブロックの結果を与件として残余のセクターでの最適化を行う一般ブロックに分けている。しかし、各セクターの分析の深さをそろえる、総合的な分析を行う、モデルの操作性を向上するなどの点で、電力ブロックをもっと簡略化して一般ブロックに取り込み、一般ブロックを完結モデルとすることが望ましい。その際、PDPATはサブモデルとして使用し、需給最適化モデルのなかの簡略化した電力ブロックが合理的な解を出しているかどうかを折に触れて検証するという使い方がよいと思われる。石炭、石油・天然ガス、再生可能エネルギーなどの分野についても、メインのモデルでは細かい分析は難しいので、サブモデルや補完的分析により解の検証を行う体制を構築することが望まれる。特に、現在のモデルは石油精製の分野がやや細かいので、サブモデルの利用で簡略化できれば、操作性の向上を期待できよう。

需給最適化モデルのLPの操作には専門知識が必要であり、モデルに組み込んだ論理と解との関係が分かりづらいので操作経験の蓄積が必要である。つまり、このモデルの利用には専門のエキスパートを育てることが必要である。

なお、事前調査の段階では地域別分析も提案されていたが、今回は見送った。地域別分析はモデル構築面ではそれほど難しい話ではない。しかし、地域別に正確なデータを集め、意味のある論理を盛り込むのは困難で、何よりも全てのエネルギーについて地域間輸送コストを正確に与えるのは至難の技である。操作も格段に煩瑣になる。国家戦略や政策の分析を行うという目的と、地域別計画を整合的に作成するという目的は使い分けた方が良い。今回調査の目的は圧倒的に前者である。今後も同様な研究を行う場合には、総花的なプログラムを組むよりも目的を重視すべきである。



第4に、今回の調査では需給分析におけるケーススタディをもとに環境社会影響指数(ESI)による戦略的環境アセスメントを実施した。環境や社会に影響を与えるさまざまなファクターについてエネルギー分野ごとの影響度を点数化し、総合指標(=ESI)として、さまざまな発展シナリオの評価を行った。総合エネルギー計画についてこのようなアセスメント手法を構築するのは初めてである。ここではかなり膨大な分野を取り込んだが、個々の分野について分析や評価が妥当であるかどうか、効果的な総合指標として利用できるかどうかについてはさらなる検証が必要である。

上記のような課題を検討し、総合的なエネルギー・環境政策を立案、実行するためには、十分な権限を持った組織もしくは機関を設置することが必要である。そのような作業をすすめるうえでは、まず第一にデータ収集が重要であり、そのための制度・組織を早急に創設する。また、分析やモデルの操作・改善には専門知識が必要であり、専門の研究機関を設ける。そして、中核となる機関が関係各部門からバランスのとれた協力を引き出し、総合計画策定のイニシアティブをとる体制とすることが望まれる。

### 政策検討について

第3部では国家エネルギーマスタープランに盛り込む内容について雛形を示した。ここでは第2部での分析をベースとし、日本や諸外国での過去の経験や最近の議論を参考にエネルギー分野の課題を抽出し、基本政策、ロードマップ、アクションプランなどの例を提示した。しかし、残念ながら、全体のフレームワークや個々のテーマについてベトナムの人たちと十分意見交換をする時間がなかった。モデルによる政策分析をどのように実際の政策に組み立てていくかはこれからの課題である。

第1に、エネルギー基本政策は、他の社会経済政策との整合性と優先順位のバランスの中で組み立てられるべきである。そして、エネルギーや環境について現代世界が要求するような精度で政策を詰めていくには、産業構造や生活水準の改善などについて、従来よりももう一步掘り下げた政策設定が必要である。少なくとも、基礎物資・主要物資の需要や生産量などについて物量ベースの目標が計算されていることが必要である。一方、エネルギー政策そのものにおいても、言葉による表現よりも数値目標を設定する方が分かりやすいだろう。

第2に、それらの最終目標に向けて具体的にどのように政策を組み立て、実施していくかの道筋を示すのがロードマップやアクションプランの役割である。それらのプランは現実と実現可能性に立脚することを大前提とし、また、環境変化を織り込みつつ適宜修正していくことが必要である。例えば、エネルギーのもつ戦略的商品としての性格、エネルギーシステム構築に要する長いリードタイム、巨額の資金、規模の経済の作用、エネルギー政策の社会政策全体との整合性などを考慮すれば、エネルギー市場の創設や自由化に向かって一直線に進めばよいというものではない。欧米先進国においても市場の失敗を経験したことは我々の教訓とすべきである。また、省エネルギー型経済の実現は理想ではあるが、経済建設の途上にあるベトナムではまだまだ工場、事業所、道路や学校、病院などの社会インフラ、住居などの建設に鉄やセメントなどの基礎資材を必要とし、その生産のためのエネルギー、輸送や建築のためのエネルギーも必要とするだろう。角を矯めて牛を殺

すような政策であってはならない。それを避けるためには、かなり長期の目標を立ててみて、各セクターのバランスをとりながら経済建設を進めていくことが大切である。

第3に、本調査の試算結果から2015年頃にはベトナムが純エネルギー輸入国になることについての懸念が各方面から聞かれた。確かに、現在は純輸出国のベトナムが純輸入国になるという話は心配の種だろう。だから国産エネルギーの開発に注力するというのは筋の通った話だが、輸入への依存が始まることへの備えも同時に進めなければならない。東アジアのエネルギー消費量に占めるベトナムの比率は2020年頃でも1%程度だから、中国や日本が大量のエネルギーを輸入していることと比較すれば、国際市場での調達をさして心配する必要はない。ただし、①国際価格で調達すること、②国際水準のコンパティブルな輸入設備をもつこと、③輸出国・企業との取引チャンネルを作ること、が大前提となる。エネルギー安全保障の観点からは、ある程度早めに輸入も始めながら国内資源の開発余地を確保しておくという視点もありえよう。

第4に、地球温暖化問題はいまやエネルギーと切っても切り離せない問題である。エネルギー消費量は比較的少ないとはいえ、ポスト京都議定書の議論が高まる中、ベトナムとしてもこの問題にどのように取り組んでいくかを議論し、基本スタンスを固めておくことが必要である。

これからベトナムの皆さんが自らの手でモデルを操り、政策評価の議論を進めていくと、この報告書に記した以上に色々な政策のあり方や組み立て方に気付くと思う。この報告書はそのような試みの出発点である。今回の調査で開発した手法を我が物に取り込み、改良して、ベトナムの皆さんの手による「国家エネルギーマスタープラン」の構築が軌道にのる日が来ることを期待している。

2008年9月

調査団を代表して 兼清 賢介